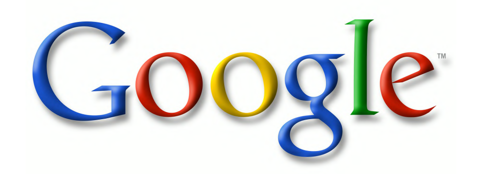








HANDBUCH

DER

LUFTSCHIFFAHRT

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRER

MILITAIRISCHEN VERWENDUNG

VON

H. MOEDEBECK.

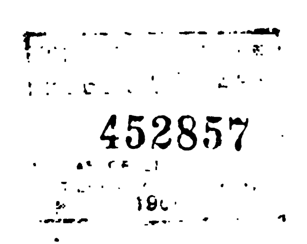
SECOND-LIEUTENANT IM SCHLES. FUSS-ART.-RGT. No. 6.
COMMANDIRT ZUM BALLON-DETACHEMENT.

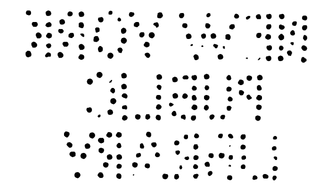
ERSTER THEIL: DIE GESCHICHTE DER AËRONAUTIK.

Motto: Umsicht, Thätigkeit und Ausdauer sichern den Erfolg!



LEIPZIG.
VERLAG VON EDWIN SCHLOEMP.
1886.


452857



Vorrede.

Die zahlreichen Zuschriften und Anfragen, welche das Königliche Ballon-Detachement seit seiner Formirung tagtäglich erhielt, liessen es wünschenswerth erscheinen, die in sehr vielen und zum Theil seltenen Büchern und Zeitschriften zerstreut mitgetheilten Begebenheiten und Erfindungen auf dem Gebiete der Aëronautik in einem übersichtlichen und nicht zu kostspieligen Handbuche zusammenzufassen.

Dieses Buch sollte eine schnelle Orientirung über die Luftschifffahrt ermöglichen und zu eingehenderem Studium dieser verheissungsvollen Technik anregen. Gleichzeitig sollte dasselbe auch für die praktische Aëronautik ein Wegweiser sein.

Die Zahl der in Deutschland vorhandenen und als solche anerkannten Luftschiffer hat zur Zeit die Ziffer 4 noch nicht überstiegen.

Wenn aber die Ballons im Frieden der Wissenschaft dienen und auch im Kriege gebraucht werden sollen, erscheint es als durchaus nothwendig, in der Nation ein grösseres Interesse für diese Berufsart zu wecken und der sachgemässen Ausbildung ihrer Vertreter einen Impuls zu geben.

Dies waren die leitenden Gesichtspunkte für die vorliegende Arbeit, mit deren Abfassung mich mein hochverehrter Vorgesetzter, Herr Major Buchholtz beehrt hatte.

Ich habe danach gestrebt, nur Vorhandenes aus der Vergangenheit und Gegenwart zu bringen und nur ganz allgemein gehaltene Fol-

gerungen daraus für die Zukunft abzuleiten, weil ich es als schädlich für die Sache erachte, sie mit himmelstürmender Phantasie fördern zu wollen.

Allen Denen, welche mir mit Rath und That zur Seite standen, erlaube ich mir hiermit meinen freundlichen Dank auszusprechen. Ich bitte die Betreffenden mich auch fernerhin als einen lernbegierigen Lehrling der Aëronautik zu betrachten, der allen ihren Worten ein williges Gehör schenkt.

Insbesondere danke ich auch dem Herrn Verleger, welcher das Buch so reichlich ausgestattet hat und allen meinen Wünschen in bereitwilligster Weise entgegengekommen ist.

Berlin, im März 1886.

Hermann Moedebeck.

Inhalt des ersten Theils.

Geschichte der Aëronautik.

			Seite
Kapitel	I.	Vorgeschichte	1
„	II.	Die Entwicklung der Luftschiffahrt in Frankreich	13
„	III.	„ „ „ „ „ Italien	45
„	IV.	„ „ „ „ „ England	59
„	V.	„ „ „ „ „ Deutschland	70
„	VI.	Versuche mit Luftballons bei anderen Nationen	79
„	VII.	Die Luftschiffahrt im XIX. Jahrhundert	81
„	VIII.	Die Entwicklung der lenkbaren Luftschiffe	95
„	IX.	Französische Militär-Aëronautik	146
„	X.	Amerikanische Militär-Aëronautik	170
„	XI.	Englische Militär-Aëronautik	179
„	XII.	Deutsche Militär-Aëronautik	188
„	XIII.	Russische Militär-Aëronautik	193
		Schlussbemerkung	199

Inhalt des zweiten Theils.

Theoretische und praktische Aëronautik.

Kapitel I.

1. Die Anfertigung des Ballons 1
2. Ballonstoff. — Zuschneiden und Nähen. — Dichten der Hülle. — Firnissen 20
3. Das Ventil 31
4. Das Netz 45
5. Der Tragering 52

Seite

6. Der Korb 53
7. Ballon-Zubehör 55
   a. Apparate zum Landen 55
   b. Ballastsäcke 62
   c. Instrumente 62
8. Gefesselte Ballons 63
9. Montgolfieren 69

Kapitel II. **Mittel zur freien Bewegung in der Verticalen** 73
Kapitel III. **Ueber die Construction lenkbarer Aërostaten** 83
Kapitel IV. **Gase und Gasbereitung** 110
Kapitel V. **Umgang mit dem Ballon** 133
   1. Füllung 133
   2. Das Fahren 141
   3. Entleeren, Verpacken, Aufbewahren 157
   4. Eigenschaften und Pflichten des Luftschiffers 157

Kapitel VI.
1. Die militärische Wichtigkeit der Aëronautik 159
   A. Vortheile der Kriegsballons 161
   B. Nachtheile der Kriegsballons. 165
   C. Beurtheilung der Kriegsballons 168
   D. Material und Personal 171
2. Die militärische Verwendung gefesselter und freier Ballons . . . 176
   A. Taktische Verwendung 176
      a. Recognoscirungs-Ballons 176
      b. Ballon-Photographie 178
      c. Ballon-Signalwesen 182
      d. Der Ballon als Waffe 183
   B. Strategische und gouvernementale Verwendung zu Post- und politischen Zwecken 192

Kapitel VII. **Ueber die Vernichtung der Kriegsballons** 194

Anhang.
   1. Fallschirme. 198
   2. Drachen 200

Verzeichniss der Abbildungen 201
Namen und Sachregister 204
Druckfehler und Berichtigungen 210

Erster Theil.

Die Geschichte der Aëronautik.

Kapitel I.

Vorgeschichte.

Die Anfänge der Geschichte der Luftschifffahrt lassen sich zurückfolgen bis in die mythenreiche Vorzeit des Menschengeschlechtes. erste Sage, welche zu ihr in Beziehung gebracht werden könnte, die altgriechische Mythe von Helle und Phrixos in Thessalien. böse Stiefmutter Jno wollte beide dem Zeus opfern; sie entzogen ı aber dem Tode durch die Flucht auf einem Widder mit goldenem ess, welchen ihre verstossene Mutter Nephele ihnen gesandt hatte. ch durch die Lüfte machten sie auf diesem die Reise nach dem fernen ıde Aia (ἡ αἶα, poetisch = γαῖα, Erde). Helle fiel jedoch unterwegs das Meer, welches noch heute ihren Namen trägt.

Gewöhnlich legt man der Erklärung eine meteorologische Naturrachtung zu Grunde, welche sich aus der Namenserklärung der ıdelnden Personen leicht ergiebt. Danach hat Athamas, der Sohn s Aiolos (Aeolus Gott der Winde) seine Gattin Nephele = die Wolke rtrieben. In einem fernen Lande ist aus dieser zunächst der Blitz = Helle) herniedergefahren und darauf Regen (= Phrixos, φρίξος, hauer) gefallen, welcher dieses Land zu einem fruchtbaren und daher gehrenswerthen machte. Andererseits ist aber auch eine geschichtliche nkleidung sehr wohl möglich. Von dem alten Thessalien erzählten e Griechen immer Wunderdinge. Die noch heute stehenden Cyklopenauern von Larissa legen auch ein beredtes Zeugniss von der hohen ıltur ab, auf welcher sich seine ehemaligen Einwohner, die alten Pelasger, ımals befanden. Bei jenem Volke standen die Frauen im Rufe r Zauberei. Er wird uns berichtet, sie hätten sich mittelst eines

Apparates, der aus zwei mit Rauch gefüllten Säcken bestand, von hohen Bergen heruntergelassen. Warum sollten sie nicht schon die Feuerballons gekannt haben? Auch das Geschlecht des Athamas ist vollkommen historisch und soll noch bis in die Zeit der Perserkriege als Priesterkönigsfamilie in Thessalien existirt haben. Auf diesem lastete auch noch der Fluch der Götter und es musste daher fortdauernd von jeder Generation ein Familienmitglied diesen geopfert werden. Für den Luftschiffer möchte daher auch die Auslegung Geltung gewinnen, dass Phrixos (φριξός emporstehend = starrend) der Sohn der Wolke, die Kunst seiner Mutter gelernt hat und mit seiner Schwester Helle, d. i. das Feuer. über das weite Meer wegzieht, um dem Tode zu entgehen. Nachdem ihm über dem Meere das Feuer erloschen war, kam er zufällig glücklich auf die Erde herunter und verbreitete hier in fernem fremden Lande die väterliche Cultur zum Segen der Einwohner. In Thessalien opferte man aber statt der Entflohenen einen Widder. Durch diesen wurden sie demnach gerettet.

Strabo[1]) erzählt uns auch, dass es bei den Hyperboräern, vermuthlich die Thracier, eine Secte gegeben habe, deren Mitglieder für heilig gehalten wurden und die den Namen Kapnobaten hatten, d. h. die durch Rauch sich Erhebenden. Man hat sich bis heute das Wort noch nicht recht erklären können und daher vermuthet, dass καπνοπάτης oder καπνοβότης, d. i. Rauchschlucker damit gemeint sei, weil dies näher zu liegen schien. Es lässt sich aber Nichts dagegen einzuwenden, dass im Strabo καπνοβάτης steht. Wenn wir das oben Gesagte über die Frauen Thessaliens mit in Betracht ziehen, möchte daher die Ableitung von βαίνειν, d. i. gehen, vielleicht etwas mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Man kann auch annehmen, dass die Priesterkaste unserer ältesten Culturvölker mit der Kenntniss der heute Montgolfieren genannten Ballons vertraut gewesen waren. Da sie aber Alles als Geheimniss bewahrten, was sie dem Volke gegenüber als Wunder der Gottheit aufführen konnten, ist ihr Wissen für die Nachwelt verloren gegangen. Nur dunkle Andeutungen haben uns hier und da die Historiker hinterlassen. Als solche können die vom Orakel zu Hieropolis gelten.

Von letzterem schreibt Lucian, dass er Augenzeuge gewesen sei, wie die Priester das Orakel erhoben hätten, letzteres sich aber bald von denselben losgemacht und alsdann frei in der Luft geschwebt hat.

---

1) Strabo III, 296, 297.

Auch der persische König Kai Kaoos, d. i. Cyaxares, schien sich mit der Kunst des Fliegens zu beschäftigen. Er soll zu dem Zwecke die Magier um Rath gefragt haben, und diese haben ihm einen Thron aus leichtem Holze gefertigt, an welchem sie vier gezähmte Adler anbanden. Letztere liess der König hungern, bevor er eine Auffahrt machen wollte. Alsdann setzte er sich auf den Thron und hielt das Futter empor. Die Adler strebten danach, dieses zu erreichen und zogen so den Thron hoch in die Lüfte. Sie trugen ihn wieder herunter, wenn sie ihren Bissen erhalten hatten.[1])

Nach der Bibel könnte man ebenso die Juden als Erfinder der Luftschifffahrt hinstellen, denn bekanntlich fuhr ja Elias in einem feurigen Wagen gen Himmel.

Schliesslich wird auch den Chinesen die Erfindung der Montgolfiere zugesprochen und das erhält eine gewisse Wahrscheinlichkeit einmal, weil es von vielen anderen Erfindungen, wie z. B. vom Schiesspulver, von der Buchdruckerkunst u. s. w. feststeht, dass sie sie früher als wir kannten, dann aber auch, weil es natürlich scheint, dass sie bei ihren Laternenfesten darauf geführt wurden. Die Laternen sollen an dem Feste in allen Formen und Grössen aus Papier, Leinwand und gefirnisster Seide hergestellt worden sein. Sollte nicht die starke Erhitzung der inneren Luft bei dieser oder jener einen Auftrieb bewirkt haben? Es finden sich auch in der chinesischen Geschichte viele märchenhaft klingende Erzählungen von Regenten, die auf Wolken, die von Schwänen gezogen wurden, weite Strecken zurückgelegt hätten und die sich zum grossen Erstaunen des Volkes dann plötzlich in einer Stadt herabliessen.[2])

Eine bedeutsame Begebenheit bietet sich in der Taube des Archytas für die Luftschifffahrt, weil diese bis kurz vor Montgolfier die Gelehrtenwelt in solchem Masse beschäftigte, dass darüber Bibliotheken gelehrter Bücher zusammengeschrieben sind.[3])

Archytas, ein Schüler des Pythagoras, lebte im 4. Jahrh. v. Chr.; er war sanfter Natur und beschäftigte sich gern bei Spielen von Kindern und jungen Leuten. Die gewöhnlichen mit Leibesübungen verbundenen Spiele erschienen ihm für die Jugend zu gefährlich. Er suchte sie daher

---

1) John Wilkins, Bischof zu Chester 1682, Treatise on mechanical motions.

2) Nouvelle Rélation de la Chine composée en 1668 par le R. P. Gabriel de Magaillant. — Marey Monge, Études d'Aérostation, Paris 1847.

3) Horaz gedenkt des Archytas in Ode I, 28.

durch die Erfindung des Drachens davon abzubringen. Später aber erfand er eine künstliche Taube, die sich von selbst in die Luft erhob. Aulus Gellius sagt darüber:

„Viele griechische Schriftsteller, besonders der gelehrte Philosoph Favorinus behaupten, dass Archytas eine hölzerne Taube verfertigt habe, welche durch mechanische Hilfsmittel fliegen konnte. Sie wurde nämlich durch ein Gleichgewicht emporgehalten und durch einen in ihr eingeschlossenen verborgenen Athem (aura spiritus) bewegt." Er setzt hinzu was Favorinus selbst sagt: „Archytas, ein Philosoph und Mechaniker zu Tarent, machte eine hölzerne Taube, die fliegen konnte, die aber, sobald sie niedergefallen war, sich nicht mehr von selbst erheben konnte." Es ist interessant zu beobachten, wie diese wenigen Worte über Archytas im Verlauf der Jahrhunderte zu Dissertationen anregten, die dem Gedanken der Montgolfiere immer näher kommen. So empfiehlt der berühmte Cäsar Skaliger[1]), die Taube aus Goldschlägerhaut zu fertigen und mit dem Mark von Binsen zu füllen, welches eine verborgene Kraft in sich haben sollte. Der Pater Lauretus Laurus sagt: „man setze mit Morgenthau angefüllte und gut wieder verschlossene Eierschalen den Sonnenstrahlen aus; sie werden sich in die Luft erheben und sich einige Augenblicke darin erhalten. Wenn man nun also Eier der grössten Schwäne nimmt oder Säcke aus sehr dünnen leichten Häutchen macht und diese nun mit Salpeter, reinem Schwefel, Quecksilber oder einen ähnlichen Stoff füllt, der sich durch Hitze verdünnt, so müssen sie emporsteigen." Die grosse Anzahl der übrigen Autoren bringen nichts wesentlich Neues, sondern bestreiten nur ihre Behauptungen gegenseitig, oder nehmen für einander Partei. Epochemachend für die Luftschifffahrt wurde erst wieder das von dem Jesuitenpater Francisco Lana 1670 ausgearbeitete Projekt seiner fliegenden Barke, weil es eine ganz neue wissenschaftliche Basis schaffte.[2]) Dem Stande der Wissenschaft seiner Zeit gemäss sind ja seine Behauptungen öfters irrige, seine Ausführungen sind aber immerhin so wohl durchdacht, dass es sich verlohnt, ihnen mehr Aufmerksamkeit zu zollen. Sie seien daher im Auszuge hier wörtlich wiedergegeben. Er schreibt:

„Niemand hat es bisher für möglich gehalten, dass man ein Schiff herstellen könne, welches durch die Luft fährt und von dieser wie vom

---

1) Tract. de Subtilitate ad Cardanum Exerc. CCCLXXVI.

2) Francesco Lana Prodromo onero saggio di alcune inuentioni nuone presso all' arte maestra. Brescia 1670.

Wasser getragen wird, weil man nicht eine Maschine verfertigen zu können glaubte, die leichter als die Luft selbst wäre, was doch nothwendig ist, um jene erwünschte Wirkung zu erzielen. Ich aber, der ich mich stets mit schwierigen Erfindungen beschäftigt habe glaube, nachdem ich mit unausgesetztem Eifer meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet habe, erreicht zu haben, was ich erstrebte, nämlich eine Maschine zu bauen, die leichter ist als die Luft, sodass sie nicht allein sich selbst ihrer Leichtigkeit wegen in der Luft erhält, sondern auch Menschen oder irgend eine andere Last zu tragen vermag. Auch glaube ich mich nicht zu täuschen, indem ich Jegliches durch bestimmte Versuche bestätige und auch durch den gewissermassen untrüglichen Beweis des Euclides im XI. Buche. Ich lege zunächst zu Grunde, dass die Luft ihr Gewicht habe, wie die Dämpfe und Ausdünstungen beweisen, die von der Erde und aus dem Wasser zu einer Höhe von vielen Meilen erhoben werden und unseren ganzen Weltall umgeben; und das wird uns von den Philosophen nicht bestritten werden, zumal von denen, die einige Versuche darin gemacht haben, was ja sehr leicht ist. Man darf nur, wenn nicht alle, doch einen grossen Theil der in einem Gefässe befindlichen Luft ausschöpfen; vorher und nachher aufs Neue gewogen, wird es merklich von seinem Gewichte verloren haben.“ Das Luftleermachen eines Gefässes dachte sich Lana in der Weise, dass er dasselbe erst mit Wasser füllte, dann umkehrte und kurz nach beendetem Ausfluss verschloss.

„Ferner lege ich zu Grunde, dass das Wasser, welches ein Gefäss von einem Quadratfuss Höhe, Länge und Weite einnimmt, 80 Pfund oder 960 Unzen wiege.

„Drittens, dass man aus einem Gefäss, es möge so gross sein wie es wolle, alle, oder beinahe alle Luft ausleeren könne.

„Viertens, dass die Oberfläche der Kugeln nach Verhältniss des doppelten Durchmessers wachse, sowie dass der Inhalt nach dem dreifachen Verhältniss zunimmt.

„Fünftens, dass, wenn ein Körper specifisch leichter ist als ein anderer, dieser leichtere in dem schwereren aufwärts steige, wenn dieser schwerere Körper flüssig ist; gleichwie eine hölzerne Kugel im Wasser aufsteigt und oben schwimmt, weil sie specifisch leichter ist als Wasser.“

Ueber den Bau der Maschine giebt Lana Folgendes an:

„Man fertige vier Kugeln, deren jede geeignet ist, zwei oder drei Menschen in die Höhe zu nehmen, die ausgeleert und durch vier Stücke Holz mit einander verbunden werden. Alsdann wird eine hölzerne

Maschine ähnlich einem Schiff gemacht; dieses wird mit einem Mast mit Segeln und Rudern versehen. Vier gleich lange Stricke werden an den vier Kugeln angebunden, um sie an der Erde, nachdem die Luft aus ihnen herausgezogen ist, zu befestigen, damit sie nicht eher auffliegen, als bis Menschen in die Maschine gestiegen sind. Bald nachdem werden die Stricke gelöst und alle zu gleicher Zeit losgelassen. Das Schiff wird sich dann in die Luft erheben und viel oder wenig Menschen mit sich nehmen, je nach Grösse der Kugeln. Nach Belieben können diese Menschen sich der Ruder und Segel bedienen, während sie sehr schnell über das Land und die höchsten Berge fortfahren können."

Wie tief der Pater sein Projekt durchdacht hatte, davon geben die Bedenken Zeugniss, welche er selbst dagegen aufführt und bis auf eines zu widerlegen versucht. Er spricht darüber:

„Das erste Hinderniss, dem man begegnen könnte, würde man vielleicht in der vorgeschriebenen Art die Kugeln luftleer zu machen antreffen, wobei die Umkehrung der Kugel über eine Röhre oder einen Hals verlangt wurde und sie also von der Erde erhoben werden müsste, was gewiss nicht ohne eine Maschine und nur mit grossen Schwierigkeiten der Grösse der Kugeln wegen, die dann noch dazu voll Wasser sind, geschehen könnte."

Lana schlägt dagegen nun vor, die Kugeln vor der Füllung mit Wasser gleich hoch aufzustellen. Durch ein Loch oben wird das Wasser dann hineingegossen. Darauf wird diese Oeffnung fest verschlossen und nun aus einer unteren das Wasser herausgelassen.

Die zweite Schwierigkeit kann von der Dünne des Gefässes hergeleitet werden, wodurch es scheint, dass die Kugel zusammengedrückt werden müsste, und wenn auch nicht gerade brechen, so doch Beulen erhalten und ihre Rundung verlieren würde."

Dagegen meint er, die Kugel hielt sehr viel äusseren Druck aus und könne nicht leicht gebrochen werden; sie könnte also verhältnissmässig dünnwandig sein. Wenn sie auch wirklich etwas deformirt würde, so käme es darauf nicht so genau an, so lange sie nicht viel von regulärer Form abwich.

„Die dritte Schwierigkeit wäre die Kugel aus Kupfer zu bilden." Lana sagt, man könne zwei Halbkugeln machen und diese zusammenlöthen, oder auch mehrere Theile.

„Viertens könnte ein Zweifel entstehen über die Höhe, bis zu welcher sich unser Schiff in der Luft erheben wird und zwar so, dass, wenn es sich über jegliche Luft erheben würde, welche man allgemein auf

50 Meilen hoch schätzt, dass die Menschen nicht würden athmen können. Darauf antworte ich, dass je höher die Luft ist, desto feiner und leichter wird sie sein; daher kann das bis zu einer bestimmten Höhe erhobene Schiff nicht höher steigen, weil die höhere Luft, da sie leichter wird, nicht im Stande ist, das selbige zu tragen und es würde somit dort aufgehalten werden, wo ihm die Luft verbietet höher zu steigen, welche so fein wäre, dass sie der ganzen Maschine das Gleichgewicht hielte. Ferner kann man, damit das Schiff nicht zu hoch steige, es mehr oder weniger belasten, der Höhe angemessen, zu welcher man sich erheben will. Wenn es sich gleichwohl noch höher erheben sollte, so ist es leicht dafür ein Mittel zu finden; man darf nur den Verschluss der Kugeln etwas öffnen und eine geringe Quantität Luft hineinlassen, indem nämlich dadurch das ganze Schiff einen Theil seiner Leichtigkeit verliert und sinken wird. Andererseits kann man auch das Schiff erleichtern, wenn es nicht zu der verlangten Höhe hinaufsteigen will, indem man von der anfangs darauf gelegten Last etwas fortnimmt. Ebenso darf man, wenn es sich ganz zur Erde senken soll, nur den Verschluss der Kugeln öffnen, indem so unter dem allmählichen Lufteintritt das Schiff seine Leichtigkeit verlieren und nach und nach sinken wird, bis es wieder auf dem Boden steht."

„Fünftens kann Jemand einwenden, dass ein solches Schiff nicht mit Rudern regiert werden könne, weil diese ein Schiff im Wasser um ebenso viel vorwärts treiben, als dieses den Rudern Widerstand leistet. Hierauf erwidere ich, dass die Luft, obgleich sie den Rudern nicht soviel widersteht als Wasser, weil sie viel feiner und leichter beweglich ist, dennoch einen merklichen Widerstand bietet, und dass dieser ausreicht, um ein Schiff damit vorwärts zu treiben; denn wenn auch der Widerstand, den die Ruder finden, gering ist, so ist auch ebenso der geringer, welcher der Bewegung des Schiffes entgegensteht." — — „Ausserdem wird es selten nöthig sein, sich der Ruder zu bedienen, weil wir in der Luft immer etwas Wind haben, der, wenn auch sehr schwach, selbst für schnelle Reisen ausreicht."

„Die sechste Schwierigkeit ist der übergrossen Gewalt zu widerstehen, mit welcher ein ausserordentlich heftiger Wind das Schiff in der Art anfallen könnte, dass es Gefahr liefe, an die Spitzen der Berge, die Klippen dieses Luftoceans herangeschleudert oder gänzlich umgestürzt zu werden. Wahrlich diesen sage ich, dass schwerlich vom Winde die ganze Last der Maschine mit vielen Menschen, die sich auf ihr befinden, umgekehrt werden kann, da sie das Gleichgewicht zu der Leichtigkeit

der Kugeln ist, sodass diese immer in der Folge über dem Schiff erhoben bleiben werden und niemals sich das Schiff über jene erheben kann. Ausserdem, dass das Schiff nie ganz zur Erde fallen kann, wenn nicht die Luft in die Kugeln eindringt. So ist auch keine Gefahr in der Luft zu ersticken wie im Wasser und die Menschen sind auch, festgebunden an den Balken oder Stricken des Schiffes, sicher vor jeglichem Herausfallen. Zuvörderst bekenne ich, kann dieses unser Schiff vieler Gefahr unterworfen sein, doch gleichwohl keiner grösseren als diejenige der Seeschiffe ausgesetzt sind. Denn so wie diese können auch die Luftschiffe mit Ankern versehen und solche an den Bäumen befestigt werden und wie ich es eingestehe, dass dieser Luftocean der Ufer entbehrt, so hat man doch bei ihm die Bequemlichkeit, keine Häfen nöthig zu haben zur Aufnahme der Schiffe und wenn eine augenblickliche Gefahr droht, kann man die Erde erreichen und aus der Luft herabsteigen."

Schliesslich glaubt unser gelehrter Pater aber doch, seine Maschine würde niemals zu Stande kommen. Weil sie ganz sicherlich sociale Revolutionen im Gefolge hätte, würde Gott selbst das Unternehmen vereiteln. Lana's Werk erzeugte wieder eine grosse Anzahl gelehrter Bücher, in welchen, einzelne wenige ausgenommen, der Beweis geführt wurde, dass diese Luftschifffahrt wirklich unmöglich sei und jedes fernere Nachgrübeln eine fruchtlose Thätigkeit. So meinte unter andern Borelli[1] (geboren 1608 in Neapel), dass die Kugeln ungeheuer gross sein müssten und die Dünne des metallenen Stoffes dem äusseren Luftdruck nicht widerstehen würde. Er hielt die Herstellung so grosser Kugeln und vor Allem das Luftleermachen derselben mittelst einer Luftpumpe für unmöglich.

„Endlich, sagt er, würde noch an eine willkürliche Bewegung der Maschine nie zu denken sein, da sie der Widerstand der Luft auf immer unmöglich machen müsste." In Deutschland sprachen sich Becher[2], Professor der Medicin zu Mainz, und Leibniz[3] in ähnlichem Sinne aus. Letzterer schlug gläserne Kugeln vor, erinnerte aber zugleich daran, dass man sie niemals gross genug würde fertigen können, um, nachdem sie luftleer gemacht sind, damit ein geringeres Gewicht zu erreichen, als das des Volumens der verdrängten Luft. Man würde sie ferner auch nicht dick genug machen können, um dem Druck der

---

1) De motu animalium.
2) Physica sub-terranea 1715.
3) De elevatione vaporum.

nosphäre das Gleichgewicht zu halten. Er kommt schliesslich, gleich na, zu dem Schluss, dass Gott hier dem Menschen einen Riegel vorschoben habe. Warme Vertheidiger fand Lana in den beiden deutschen rofessoren Lohmeier[1]) in Rinteln und Joh. Christ. Sturm[2]) in ltendorf. Sie beweisen die theoretische Möglichkeit der Idee Lana's, an müsste die Kugeln nur gross genug machen.

Der Pater Bartholomeo Lourenço de Gusman, geboren 1685 der brasilianischen Provinz Santos, ist der nächste, welchem die Anrkennung gebührt, die Aëronautik gefördert zu haben.[3]) Leider gechah dies zu einer Zeit, wo die Inquisition jegliche freie Geistesthätigeit unterdrückte und die grosse Masse durch die Vererbung der anrzogenen Stupidität bereits unfähig war, vernünftig zu denken. Gusan hatte sich sehr viel mit den Werken seiner Vorgänger beschäftigt. ein Wunder ist es daher, wenn er die Eierschalen mit Morgenthau es Pater Laurus mit dem Luftschiff Lana's in Zusammenhang zu ringen suchte. Nach Lissabon an den Hof des Königs berufen, vertand er es, letzteren für sein Luftschiff zu interessiren, sodass er ihm ie Mittel zum Bau desselben gewährte. Er baute nun einen Korb aus Veidenholz von 7—8' Durchmesser und überklebte diesen mit Papier. nter dem Korbe wurde auf einem Heerde oder Roste ein Feuer anezündet. Bei dem ersten Versuch, der am 8. August 1769 auf dem lofe des indischen Hauses zu Lissabon in Gegenwart der Königlichen amilie und einer grossen Zuschauermenge vor sich ging, erhob sich as Schiff majestätisch mit Gusman bis auf 200' Höhe. Seine Maschine urde jedoch gegen einen Vorsprung des Königlichen Palastes getrieben nd hierbei so beschädigt, dass sie sich schnell wieder senkte. Gusan kam unbeschädigt herunter und wurde von der jauchzenden Menge it Enthusiasmus empfangen. Er erhielt seitdem den Beinamen: „l'Ovoador", er fliegende Mann.

Es fehlte in dieser Zeit nach dem ersten Versuch Gusman's atürlich nicht an Projektenmachern, welche bald den allgemeinen Spott uf sich lenkten. Diese trugen nicht wenig dazu bei, die historischen akta über Gusman's Versuche zu verschleiern. Es finden sich des-

---

1) Lohmeier, Exercitatio de artificio navigandi per aerem 1676.

2) Sturm, Colleg. exper. curios. Tentam. X, pag. 56.

3) Zeischrift d. deutsch. Vereins z. Förderung d. Luftschifffahrt1883. Frh. Hagen, die Vorläufer Montgolfier's. — Recherches sur l'art de voler. P. M. avid Bourgeois. Paris 1784.

halb auch viel widersprechende Angaben über denselben. So wird er von einigen nicht mit Bartholomeus Lourenço identificirt. Es existirt ferner ein Bild seines Luftschiffes, welches vollständig falsch ist. In diesem sieht man eine Stange an der Decke befestigt, an der eine Menge kleiner Bernsteinkugeln hängen; letztere sollten an dem Schiffskörper befestigte grosse magnetische Kugeln anziehen und auf diese Art das Schiff in die Höhe heben, welches zur Vorwärtsbewegung noch mit Flügelrudern ausgerüstet war. Gusman hatte alsbald auch besondere Anfeindungen von Seiten der Kirche zu bestehen, welche darin eine Erschütterung des Glaubens zu finden wusste. Es begannen nämlich einige, sich die Himmelfahrt Christi in der Wolke auf diese Art zu erklären. Es ist daher verständlich, wenn weitere Versuche mit der Maschine verboten wurden. Dass einer aber stattgefunden hat ist historisch verbürgt unter Andern durch den Schriftsteller und Professor der Universität zu Coimbra, Francisco Leiton Ferreira, welcher demselben persönlich beigewohnt hat. Der König erkannte Gusman's Verdienst an, indem er ihn vor der Verfolgung der Kirche schützte und ihm eine Stelle als Professor der Mathematik zu Coimbra anvertraute. Die Bibliothek dort befindet sich noch im Besitze der Schriftstücke, welche auf die Versuche und Anstellung Don Gusmans Bezug haben. Um die Glaubwürdigkeit der Geschichte dieses gelehrten Paters zu bekräftigen, seien sie wörtlich wiedergegeben:[1])

Sir.

„Der Licentiat Bartholomeo de Gusman giebt an, dass er einen Apparat erfunden hat, um durch die Luft zu gehen, in gleicher Weise, wie man zu Lande und zu Wasser fährt, jedoch weit geschwinder, indem man oftmals zweihundert und mehr Meilen Weges am Tage zurücklegt. Man wird mit dem Apparate weit entfernten Heeres- und Landtheilen die wichtigsten Botschaften fast in derselben Zeit übermitteln können, als dieselben expedirt werden. Dies hat für Eure Majestät wegen der grösseren Entfernung Ihrer Besitzungen weit grössere Wichtigkeit, als für alle anderen Fürsten, da auf diese Weise Missregierung des Eroberten vermieden wird, die grossentheils durch verspätete Nachrichten von denselben erwächst. Ausserdem wird Eure Majestät Alles, was Sie bedürfen, viel rascher und sicherer kommen lassen können. Die Kaufleute können rasch Wechsel und Gelder [illegible] und alle belagerten Plätze können jeder Zeit mit Ma[illegible]

1) Nach Frhr. vom Hagen, die Vorläufer Montgol[illegible]

mittel und Munition unterstützt werden, auch kann man sich aus denselben Personen, welche dies wünschen, kommen lassen, ohne dass es der Feind hindern kann. Man wird die Länder entdecken, welche den Erdpolen zunächst liegen und die portugiesische Nation wird den Ruhm dieser Entdeckung davontragen und ausserdem grosse Vortheile geniessen, die sich im Verlaufe der Zeit ergeben werden. Weil nun aber diese Erfindung viele Unordnungen im Gefolge haben kann, indem mit ihrer Hülfe viele Verbrechen begangen und manche befördert werden, da man darauf baut, in andere Reiche flüchten zu können, so ist dies zu vermeiden, indem nur einer Person gestattet wird, von dem Erfundenen Gebrauch zu machen, welche jederzeit den betreffenden Befehl zu einer derartigen Expedition erhält, während alle sonstigen bei harter Strafe verboten werden und dem Bittsteller eine Erfindung von so grosser Wichtigkeit wohl belohnt wird.

Ich bitte daher, Euer Majestät wolle gnädigst dem Bittsteller das Privilegium gewähren, dass nach Ausführung der gedachten Erfindung Niemand, wess Standes er sei, von ihr Gebrauch machen dürfe, zu keiner Zeit in diesem Königreiche oder in seinen eroberten Ländern, ohne Erlaubniss des Bittstellers oder seiner Erben, bei Strafe der Confiskation seines ganzen Vermögens und sonstiger Strafe, die Euer Majestät zu bestimmen beliebe.

E. R. M.“

Verfügung.

„Nach dem Antrage und ausser den Strafen füge ich noch die Todesstrafe über die Uebertreter hinzu, und um dem Bittsteller noch mehr Antrieb zur Herstellung des neuen Apparates zu geben, um das zu verwirklichen, wovon er spricht, gewähre ich ihm gnädigst das erste vacant werdende Kanonikat in meinen Seminaren zu Barcellos oder Santarem und die Stelle eines ersten Lehrers der Mathematik an meiner Universität zu Coimbra mit 600 Milreis Jahresgehalt, welche ich hiermit neu schaffe, und zwar auf Lebenszeit nur für den Bittsteller.“

Lissabon, den 17. April 1709.

(Unterschrift des Königs).

Lange hat sich Gusman dieser Stellung nicht erfreuen können. Im Jahre 1720 soll er sich noch unter den geschichtlich aufgezeichneten Professoren befunden haben. Darauf erhielt er einen Posten im Auswärtigen Ministerium. In dieser Stellung gelang es seinen Feinden, ihn beim Könige zu verdächtigen. Er entfloh und starb am 18. November im Jahre 1724 zu Toledo.

Der letzte bedeutungsvolle Vorschlag wurde von dem Dominikaner Pater Joseph Galien in seinem zu Avignon 1755 erschienenen Buche „L'Art de naviguer dans les airs, amusement physique et geometrique etc." gemacht. Er suchte darin die theoretische Möglichkeit eines Luftschiffes durch sehr eingehende Berechnung eines von ihm entworfenen Projektes nachzuweisen. Sein Luftschiff war danach so gross wie die Stadt Avignon. Er behauptete dabei, dass oben in der Region des Hagels eine Trennung zwischen zwei Luftschichten stattfände, deren Dichte sich verhielte wie 1 : 2. Mit dieser dünnen Luft aus der Hagelregion meinte Galien, müsste das Luftschiff gefüllt werden. Dann würde es ganz sicher nach oben getrieben werden, gleich einem unter Wasser getauchten Stücke Holz, und man würde nun auf der dicken Schicht schwimmen, wie das Schiff auf dem Wasser.

Von weiterer Bedeutung für die fernere Entwickelung der Aëronautik war 1776 die Entdeckung des Wasserstoffes durch Cavendish. Es wurde zugleich gefunden, dass derselbe bedeutend leichter als atmosphärische Luft sei. Im Jahre 1781 sah der englische Gelehrte Cavallo die ersten mit Wasserstoff gefüllten Seifenblasen steigen. Seine lebhafte Vorstellungsgabe brachte ihn sofort auf den Gedanken, eine grössere Hülle von leichtem Stoff damit zu füllen. Er versuchte auf die Weise Säcke aus Papier und Schweinsblasen zu füllen, erfuhr aber dabei sehr bald, dass sie zu undicht sind, um das leichte Gas zu halten. Ein Gedanke führte ihn darauf, die Goldschlägerhaut anzuwenden und er befand sich bereits auf dem besten Wege, die Erfindung zu machen, als von Paris her die vollendete Thatsache gemeldet wurde, dass Montgolfier zu Annonay habe einen Ballon steigen lassen.

Kapitel II.

Die Entwicklung der Luftschifffahrt in Frankreich.*)

Stephan und Joseph Montgolfier waren die Söhne eines reichen und bekannten Besitzers einer Papierfabrik. Diese Industrie war seit den Kreuzzügen von der Familie betrieben worden. Die rastlose Thätigkeit der folgenden Generationen hatte sie auf einen so hohen Ausbildungsgrad gebracht, dass sie bald die besten Erzeugnisse dieser Art lieferte. Es wird erzählt, dass die Montgolfier's die Fabrikation Gefangenen aus Damaskus abgelernt hätten. Die Familie wohnte damals im 14. Jahrhundert in Ambert in der Bretagne, und nahm auch dort bereits eine gewisse Stellung ein; nach den Annalen dieser Stadt war um 1440 ein Montgolfier daselbst Bürgermeister und es sollen zudem noch heute viele

---

1) Hauptsächlich benutzte Quellen:

Zeitschrift d. deutschen Vereins z. Förderung der Luftschifffahrt.

Astra Castra, Experiments and adventures in the atmosphere by Hatton Turnor. London 1865.

Faujas de Saint-Fond, Beschreibung der Versuche mit der Luftkugel. Wien 1784.

Dupuis Delcourt, Nouveau Manuel complet d'Aérostation. Paris 1850.

Kramp, Geschichte der Aerostatik. Strassburg 1784.

J. Turgan, Die Luftballone, übers. v. Frhrn. v. Biedenfeld. Weimar 1862.

Sircos et Pallier, Histoire des Ballons. Paris 1876.

Les Ballons, par Fulgence Marion. Paris 1881.

Murhard, Geschichte der Kunst und Wissenschaften. Göttingen 1798.

Tiberio Cavallo, Geschichte und Praxis der Aerostatik. Leipzig 1786.

Ueberreste geographischer Benennungen von dem Ansehen der Familie zu damaliger Zeit Zeugniss ablegen. Als im 16. Jahrhundert Luther und Calvin mit ihren Lehren auftraten, blieben die Montgolfiers diesen gegenüber nicht theilnahmlos. Ihre eifrige Verfechtung des Protestantismus brachte sie bald um Hab und Gut. Sie flohen in die Gebirge bei Lyons und liessen, nachdem die Zeiten sich etwas beruhigt hatten, sich schliesslich in Vidalon bei Annonay nieder. Hier heiratheten damals zwei Montegolfiers zwei Schwestern, die Töchter eines wohlhabenden Windmühlenbesitzers. Diese Mühlen verwandelten sie bald in Papierfabriken, welche in kurzer Zeit aufblühten und den Titel einer Königlichen Manufactur erhielten.

Peter Montgolfier, der Vater der beiden Erfinder, liess letzteren eine sehr sorgfältige Erziehung angedeihen. Stephan bildete sich besonders für die Baukunst aus und soll auch in der Umgegend von Paris einige Häuser und Kirchen gebaut haben. Diesem Berufe musste er jedoch entsagen, um dem Wunsche seines Vaters gemäss die Papierfabrik zu übernehmen. Hier soll er sehr zweckmässige neue Einrichtungen und Verbesserungen geschaffen haben. Sein jüngerer Bruder Joseph hatte auf der Schule weniger gelernt. Schon in der Jugend zeigte sich bei ihm feine Combinationsgabe und Talent zu Erfindungen, welches durch seine Vorliebe für mathematische und physikalische Wissenschaften besonders ausgebildet wurde. Er war ein ausgesprochener Feind jedes alten Zopfes; sein Bestreben war daher immer darauf gerichtet, die herkömmlich in Gebrauch befindlichen Wege zu vermeiden und vollständig neue zu suchen. Dieses Streben führte ihn natürlich häufig in das bodenlose Gebiet des Bizarren. Gut war es daher, dass diese extravagante Natur, welche bereits in ihrem 12. Jahre der Schule entlief, um ein Robinsonleben zu führen, von dem ruhigeren und verständigen Stephan geleitet wurde.

Die glücklichen Verhältnisse, in welchen sie in Annonay lebten, setzten sie in die Lage, sich ohne Sorgen vollständig ihren Neigungen hinzugeben. Ihre physikalischen Studien führten sie daher auch auf das räthselhafte Problem des Fliegens. Wenngleich es nicht verbürgt werden kann, ist es doch sehr wahrscheinlich, dass sie die Werke ihrer Vorgänger, wie Archytas, Laurus, und vor Allem das 1755 erschienene Buch Galiens, über die Kunst, in die Luft zu schiffen, gelesen haben. Sie haben hierdurch wahrscheinlich Anregung zu eignen Versuchen und Beobachtungen erhalten. Es schien ihnen in Folge dessen der Untersuchung werth, ob die Materie der Wolken, die doch

in den hohen Luftschichten schweben, nicht zur Verwirklichung des Galien'schen Projektes beitragen könnte. Sie füllten daher Wasserdampf in einen leichten Sack und fanden hierbei zu ihrer grossen Freude, dass letzterer dadurch thatsächlich in die Höhe gehoben wurde. Der Wasserdampf condensirte sich jedoch bald und zeigte sich daher für fernere Zwecke nicht geeignet. Es lag nahe, dass die Gebrüder nunmehr an Rauch dachten, welchen ja Jedermann stets nach aufwärts treiben sieht. Ein mit diesem angestelltes Experiment hatte aber ebenfalls zum Resultat, dass der kleine Apparat bald wieder sank. Das Buch des Engländers Priestley: „Ueber die verschiedenen Arten von Luft", welches Stephan von einer Reise aus Montpellier mitbrachte, gab ihnen bald darauf für ihr Unternehmen die schönsten Hoffnungen. Sie erkannten hieraus, dass es ihnen möglich sein würde, ihre Wolke für lange Zeit in die Luft zu erheben, wenn sie diese mit einer leichteren Substanz, als die atmosphärische Luft, füllten.

Ihre Versuche mit derartigen Gasen scheiterten jedoch an der Undichtigkeit ihres Papierballons; sie nahmen in Folge dessen von weiteren Experimenten Abstand und gingen wieder auf die ersteren zurück, bei denen sie wenigstens schon einige Erfolge erzielt hatten. Es war ihnen nicht klar, weshalb die Wolken oben in der Luft schweben blieben. Sie suchten es schliesslich mit der Elektricität zu erklären, welche bereits damals mit allen geheimnissvollen Kräften in Zusammenhang stehen sollte. Sie nahmen deswegen feuchtes Stroh und gehackte Wolle, entzündeten dieses unter ihren Ballons und fanden, dass die Wolke hierdurch zu ganz ansehnlicher Höhe emporgetrieben wurde.

Den ersten diesbezüglichen Versuch hatte Stephan gemacht, als er sich zufällig in Avignon aufhielt. Die ferneren Proben im Freien ermuthigten sie bald, zur Ausführung immer grösserer Ballons zu schreiten und schliesslich am 5. Juni 1783 zu Annonay damit vor die Oeffentlichkeit zu treten. Dieser erste Ballon war kugelförmig von 34 m Umfang. Er bestand aus mit Papier gefütterter Leinwand. Die verschiedenen Bahnen waren durch Knöpfe mit einander verbunden. Es waren zur Zeit gerade die Stände von Vivarais in Annonay anwesend. Diese wurden daher von den Montgolfiers besonders aufgefordert, dem neuen Schauspiel beizuwohnen, welches sich folgendermassen abspielte. Die Brüder traten vor, erklärten laut ihr Vorhaben und begannen alsbald den Ballon mit ihrem geheimnissvollen Dunst zu füllen. In kurzer Zeit entwickelte sich aus dem unscheinbaren Sack eine Kugel von 10 m Durchmesser, welche acht Menschen kaum zu halten im Stande waren.

Auf ein Zeichen wurde sie losgelassen und stieg nun mit grosser Geschwindigkeit bis zu einer Höhe von ca. 300 m. Darauf senkte sie sich langsam wieder unter dem allmählichen Erkalten der eingeschlossenen erhitzten Luft. Der Fall wurde durch Entweichen derselben aus den vielen Knopflöchern beschleunigt. Sie fiel nach zehn Minuten in einem Weinberge, ca. 400 m vom Auffahrtsorte, nieder. Das Gerücht von diesem Versuch war in kurzer Zeit nach Paris gedrungen. Aus dem Schoosse der Akademie war sofort eine Commission erwählt worden, welche die genauere Untersuchung des Ereignisses vornehmen sollte. Montgolfier wurde in Folge dessen eingeladen, nach Paris zu kommen und hier sein Experiment zu wiederholen.

Inzwischen fingen aber auch verschiedene Physiker und Liebhaber an, sich mit der Anfertigung solcher Luftkugeln zu beschäftigen. Faujas de St. Fond, ein Professor am Museum, liess sogar eine Subskriptionsliste herumgehen, um möglichst bald die Mittel zur Ausführung eines Versuchs zu erhalten. Die Begeisterung war auch zur Zeit so gross, dass es nur weniger Tage bedurfte, um 10,000 Livres zu sammeln. Die Construction der Maschine wurde den Brüdern Roberts, zwei sehr geschickten Mechanikern, und dem Professor Charles übertragen. Da nichts Näheres über die Montgolfiere von Annonay bekannt geworden war, musste Professor Charles selbst erfinderisch zu Werke gehen.

In der richtigen Erkenntniss, dass es nur der Füllung einer Kugel mit einem leichteren Gase als Luft bedurfte, wenn diese aufsteigen sollte, baute er eine solche von ca. 4 m Durchmesser aus Seidentaffet, welcher mittelst aufgestrichenem Gummi gedichtet war. Am unteren Theil derselben brachte er eine Blechröhre an mit drehbarem Hahn zum Einlassen der Gasfüllung. Als Füllung wurde hierbei zum ersten Male Wasserstoff angewendet. Bei der Herstellung desselben stellte sich so viele Schwierigkeiten heraus, dass sie eine Zeit von vier Tagen in Anspruch nahm. Das Gas wurde aus Eisenfeilspähnen und verdünnter Schwefelsäure dargestellt. Man hatte zur Entwickelung anfangs einen schrankartigen Apparat in Gebrauch. Da er sich aber nicht bewährte, griff man auf einfache Fässer zurück. In einfachster Weise wurde das Gas ohne Reinigen, Trocknen und Abkühlen sofort in den Ballon eingelassen. Dadurch kamen viele Säurereste in den Ballon hinein und ohne die innere Gummirung hätten sie ihn zerfressen. Unter vielen Umständlichkeiten wurde der Ballon in der Nacht vom 26. zum 27. Aug. nach dem

wo die Nachfüllung am Morgen besorgt und alles Weitere für das Aufsteigen vorbereitet wurde. Eine unermessliche Zuschauermenge hatte sich am Tage zusammengefunden. Um 5 Uhr gab ein Kanonenschuss das Zeichen zum Beginn der Auffahrt. Der Ballon erhob sich in zwei Minuten ca. 160 m hoch und verschwand bald darauf in einer Wolke. Abwechselnd erschien er dann wieder in bedeutender Höhe. Leider hatten ihn die Gebrüder Robert's des schönen Aussehens wegen zu stark mit Gas gefüllt. Er musste daher in den höheren Regionen platzen. Nach $^{3}/_{4}$ stündiger Fahrt fiel er bei Ecouen ca. 5 Stunden vom Marsfelde mit einem Riss am oberen Theile nieder. Die Bauern von Gonesse hielten den herabkommenden Ballon für ein Werk des Teufels und fühlten sich daher verpflichtet, sofort an seine Zerstörung zu gehen. Das vermeintliche Ungethüm wurde zunächst mit den verschiedensten Instrumenten seines Lebens beraubt und darauf, an den Schweif eines Pferdes gebunden, stundenlang geschleift. Von dem mit vielen Kosten und Mühen gefertigten Apparat waren in Folge solcher Behandlungsweise nach kurzer Zeit nur noch schmutzige Fetzen übrig geblieben. In Paris erregte der Vorfall nicht geringes Aergerniss, und um Wiederholungen desselben zu vermeiden, sah sich die Regierung veranlasst, eine Proklamation zu erlassen, in welcher sie das Volk über die harmlose Natur und den wichtigen Zweck der Ballons aufklärte.

Einige Tage vor dem Versuche auf dem Marsfelde war der jüngere Montgolfier in Paris angelangt. Man sollte meinen, dass die vervollkommnete Nachahmung seines Ballons durch Charles seinen Ruhm hätte verdunkeln müssen. Das Publikum war indess damals noch nicht reif genug, diese Verbesserung zu erkennen. Daher konnte die Nachahmung Charles' nur zur noch grösseren Verherrlichung Montgolfier's dienen. Wurden doch selbst in noch viel späterer Zeit die Charlieren genannten Gasballons häufig mit den Montgolfieren verwechselt. Montgolfier, von der Akademie sehr ehrerbietig empfangen, erhielt alsbald den Auftrag, seinen Versuch von Annonay in Paris im grösseren Maassstabe zu wiederholen. Als Arbeitstätte wies man ihm den Garten des Herrn Reveillon, in der Gasse Montreuil, der Vorstadt St. Antoine, an. Die erste hier gebaute Maschine hatte eine sonderbare Form. Der mittlere Theil bildete einen Cylinder von ca. 8 m Höhe und 13 m Durchmesser. Auf diesem sass oben ein Kegel von 9 m Höhe, unten ein abgestumpfter von 6 m Höhe. Jeder Theil bestand aus 24 Bahnen und konnte leicht auseinandergeknöpft und in einer Ebene ausgebreitet werden. Der Stoff bestand aus Kanefass, welches in- und auswendig mit starkem

Papier gefüttert war. Aeusserlich war dasselbe himmelblau mit V
zierungen in Gold bemalt. Bei einem Vorversuch am 11. Septem
zeigte sich die Montgolfiere zum ersten Male in ihrer ganzen Schön
den erstaunten Parisern. Als am folgenden Tage, 12. Sept. 1783,
Mitglieder der Akademie zum ersten wissenschaftlichen Versuch
Garten Reveillon's zusammen kamen, liess man ebenfalls den
der Leine gehaltenen Ballon füllen. Der heftige Wind aber und
bald sich ergiessende Regen hinderte nicht nur jedes Aufsteigen, sond
zerstörte auch in kurzer Zeit vor aller Augen den schönen Aërostat
Er bekam überall Risse, der Leim wurde vom Regen aufgelöst und
Papier fiel stückweise herab; die Nähte der sehr mittelmässigen Le
wand gingen, nachdem der Ballon 24 Stunden lang dem Regen a
gesetzt war, ebenfalls auseinander.

Es war bereits vorher angekündigt worden, dass mit der jetzt z
störten Maschine am 19. Sept. eine Auffahrt in Gegenwart Sr. Majes
und des Königlichen Hauses in Versailles stattfinden sollte. Mon
golfier machte sich daher sofort an die Arbeit, um bis zu dieser Fr
einen neuen Ballon fertig zu haben. Er nahm in Folge der üblen E
fahrung, diesmal bessere Leinwand und baute eine kugelförmige Mo
golfiere von ca. 19 m Höhe und ca. 13½ m Durchmesser und ca. 1480 c
Inhalt. Am Abend des 18. wurde noch ein Probeversuch vor M
gliedern der Akademie gemacht, der den Erfolg ausser Zweifel set
soweit er von menschlicher Vorsicht abhing. Am 19. früh wurde
Aërostat in dem grossen Hofe zu Versailles auf einer achteckigen Sch
bühne aufgestellt. An beiden Seiten dieses Gerüstes standen je
24 m langer Mastbaum, der oben mit Rollen versehen war, über wel
starke Seile zum Festhalten des Ballons an seinem Scheitelpunkte her
liefen. In der Mitte des Gerüstes befand sich ausserdem die Glu
pfanne von ca. 1 m Durchmesser. Um den unteren Theil des Ball
gegen Feuersgefahr zu schützen, war hier ein mit Alaun getränk
Cylinder von sehr grobem Tuche angenäht. Endlich hing ein Weid
korb an der Maschine, in welchem sich als erste Luftschiffer ein Hamm
ein Hahn und eine Ente befanden. Um 1 Uhr 4 Minuten kündi
ein Kanonenschuss den Beginn des Versuchs an. Die faltige forml
Stoffmasse entwickelte sich in kurzer Zeit zu einer wohlgestalteten
schmackvoll decorirten Kugel. Die Bereitschaft zum Aufsteigen kündi
bald darauf ein zweiter Schuss an und beim dritten wurden die Se
losgeschnitten. Langsam majestätisch strebte die Maschine dem Himm
zu, um nach 8 Minuten im [illegible] von Vaucresson, ½ Meile von V

sailles, wieder zu fallen. Man schob die kurze Dauer der Fahrt einem Risse zu, welcher im obersten Theile des Ballons nach seiner Landung entdeckt wurde. Die Insassen des Käfigs waren alle wohl und munter wieder herabgekommen. Der Hahn war etwas durch einen Tritt des Hammels verletzt worden. Diese Verletzung bot Tage lang den Stoff gelehrter Betrachtungen, denn man wähnte anfangs darin einen Einfluss der höheren Atmosphäre erblicken zu müssen. Montgolfier wurde jetzt der allgefeierte Mann. Am 14. October überreichte ihm Faujas de St. Fond an der Spitze einer Deputation von Gelehrten eine goldene Denkmünze, die durch eine Sammlung zahlreicher Beiträge vieler Grossen Frankreichs ihm zu Ehren geprägt worden war.

Ungeachtet der kleinen Unfälle, welche seine bisherigen Ballons betroffen hatten, schritt Montgolfier bald zum Bau eines noch grösseren, welcher auch die Fähigkeit besitzen sollte, Menschen mit in die Luft zu nehmen. In Reveillon's Garten entwickelte sich daher wieder eine äusserst emsige Thätigkeit. Ein grosser, eiförmiger Ballon wurde angefertigt. Seine Höhe betrug 26 m, sein Durchmesser 15 m, sein Inhalt 2879 cbm (Fig. 1.) Er war sehr reichlich verziert. Oben herum lief ein Kranz der Königlichen Lilien; unter diesem waren die zwölf Zeichen des Thierkreises in Goldfarben gemalt. In der Mitte befanden sich die Anfangsbuchstaben des Königlichen Namens, abwechselnd mit Sonnen. Die unterste Zone zeigte vier Adler mit ausgebreiteten Flügeln, welche die Galerie zu tragen schienen. Letztere selbst bestand aus Weidengeflecht und umgab den unteren Theil der Maschine. Sie war mit einer Menge Seile an ihrem unteren und mittleren Theile befestigt und mit bunten Tüchern geschmackvoll tapeziert. Ihre Breite betrug ca. 1 m; von beiden Seiten war sie von einem Geländer von derselben Dimension umgeben.

Fig. 1.



Diese Galerie hatte ausser ihrer Bestimmung, die Luftreisenden aufzunehmen, noch den Zweck, die Maschine im Gleichgewichte zu erhalten und der Träger der Gluthpfanne zu sein. Die letztere hing in

der Mitte unter der Ballonöffnung an eisernen Ketten und Stangen und konnte bequem von der Galerie aus mit neuem Feuerungsmaterial versorgt werden. Den Uebelstand einer sehr grossen Hitze mussten die Reisenden mit in Kauf nehmen. An dem Bau der Ballons nahm das gesammte Paris regen Antheil. Der Garten des Herrn Reveillon wurde das Ziel aller Promenirenden. Am 10. October war der Aërostat fertig. Ein französischer Edelmann, Pilâtre de Rozier, hatte den festen Entschluss gefasst, eine Luftreise zu unternehmen, als er den ersten Ballon auf dem Marsfelde hatte aufsteigen sehen. Es gelang ihm, sich die Freundschaft Montgolfier's zu erwerben. Er theilte ihm seine Wünsche mit und erhielt die Einwilligung desselben zu seinem Vorhaben. Am 15. October wurde der erste Versuch unternommen. Der beherzte und ehrgeizige Rozier bestieg die Gallerie und liess sich durch den an Seilen gehaltenen Aërostaten bis zu einer Höhe von 25 m heben. Er verweilte ca. 6 Minuten in dieser Höhe und fiel alsbald langsam mit dem Schwächerwerden des Feuers. Am 17. October wurde der Versuch mit geringerem Erfolge wiederholt. Es wehte an dem Tage ein ziemlich heftiger Wind. Die Haltetaue bildeten einen Winkel zwischen 40 und 50° mit der Horizontalen und man zog es daher vor, von neuen weiteren Auffahrten Abstand zu nehmen. Es fehlte daraufhin allerdings nicht an Leuten, welche nunmehr öffentlich ihren Spott darüber hinfliessen liessen. Montgolfier führte dieselben jedoch in einer mathematisch physikalischen Erklärung der Ursachen dieses fehlgeschlagenen Experimentes gründlich ab. Am Sonntag den 19. October wurden die Versuche bei schönem Wetter wieder aufgenommen. Um 4 Uhr Morgens wurde mit der Füllung begonnen, die in 5 Minuten fertig war. Rozier bestieg die Gallerie und erhob sich mit einem Gegengewicht auf der entgegengesetzten Seite der Gallerie bis auf ca. 70 m. Ohne dass das Feuer weiter unterhalten wurde, verweilte er in dieser Höhe ca. 6 Minuten und senkte sich dann langsam wieder herab. Das Feuer wurde darauf wieder geschürt und Rozier erhob sich nun zum zweiten Male bis auf 80 m. Der Aërostat wurde hierbei vom Ostwinde ergriffen und zum grössten Schrecken aller Zuschauer in die benachbarten Bäume geschleudert. Pilâtre de Rozier behielt aber seine Geistesgegenwart; er verstärkte das Feuer und stieg zum allgemeinen Jubel wieder empor. Hierdurch wurde er darauf aufmerksam, dass man durch Verstärken oder Löschen der Gluth das Steigen und Fallen des Ballons in der Hand habe und er überzeugte noch an demselben Tage von der Richtigkeit dessen. Beim dritten eigen nahm Pilâtre de Rozier als Reisegefährten Girond de

Vilette mit. In 15 Secunden hatte der Ballon eine Höhe von 100 m erreicht und blieb in derselben ca. 9 Minuten lang. Bei einer weiteren Auffahrt nahm dann der Marquis d'Arlandes, Major der Infanterie, Theil. Nach diesem glücklichen Ausgange aller Versuche herrschte wieder ein grosser Enthusiasmus für die Aëronautik in Paris und der Name Montgolfier's und Pilâtre de Rozier's war in aller Welt Munde.

Endlich nahte nun auch die Zeit heran, wo die schöne Montgolfiere sich ohne Fesseln mit kühnen Reisenden in die Luft erheben sollte. Pilâtre de Rozier und der Marquis d'Arlandes hatten sich als solche angeboten; es kostete ihnen aber Mühe, ihren Wunsch beim Könige durchzusetzen. Das niedere Stadium der Entwickelung, auf welchem sich der Aërostat noch befand, stellte einen glücklichen Ausgang sehr in Frage. Wenn es auch möglich war, nach Belieben zu steigen und zu fallen, so waren doch immerhin die Luftschiffer vollkommen dem Winde preisgegeben; sie mussten ferner in Nähe der fürchterlichen Gluth permanent arbeiten und dabei war stets Feuersgefahr zu gewärtigen. Ferner waren sie, im Falle, dass der Ballon einen Riss bekam, wie man es ja bereits öfters erlebt hatte, verloren. Nichts war daher natürlicher, als dass anfangs der König für diese erste freie Fahrt zwei Verbrecher bestimmte, denen auf diese Weise Gelegenheit geboten wurde, sich die Freiheit zu erringen. Es bedurfte eben des ganzen Einflusses der mit Rozier befreundeten Günstlinge des Königs, worunter vor Allem der Fürrede der Herzogin von Polignac, um Ludwig XVI. im letzten Augenblicke umzustimmen. Unter der Aegide dieser geistreichen Frau, welche die Erziehung der Kinder des Königs leitete, fand denn auch am 21. November 1783 um 1 Uhr 54 Minuten von den schönen Gärten von la Muette aus die erste freie Luftfahrt statt. Die kühnen Reisenden fuhren über einen Theil von Paris hinweg. Marquis d'Arlandes bemerkte dabei nicht ohne Besorgnisse, dass das Feuer der Gluthpfanne häufig Ballontheile in Brand setzte, welche die Gallerie an der Kugel festhielten. Die Landung nach 25 Minuten bei Butte aux cailles hatte insofern Unannehmlichkeiten, als der ganze Stoff sofort zusammenfiel. Der Marquis d'Arlandes sprang noch rechtzeitig hervor. Pilâtre de Rozier wurde aber unter den zahlreichen Falten begraben. Der Marquis kam ihm gleich zu Hilfe und sah ihn bald unter den Tüchern hervorkriechen. Unter allen Umständen mussten sie nun das Feuer der noch vergrabenen Gluthpfanne löschen. Da Niemand in der Nähe war, fanden sie kein ander Mittel, als den

Stoff zu zerreissen, um den Ballon vor gänzlichem Verbrennen zu bewahren. Und so geschah es. Unterdessen kamen auch Leute herbei, die sich allerdings zunächst erst über den Rock hermachten, den Pilâtre de Rozier ausgezogen hatte. Der Ballon wurde auf einen Wagen gepackt und nach der Werkstatt in St. Antoine zurückgebracht. Von den kühnen Luftschiffern begab sich der Marquis d'Arlandes nach Muette zurück, während Pilâtre de Rozier, da er in einem geborgten alten Ueberrock sich nicht mehr den höchsten Herrschaften präsentiren wollte, es vorzog, sich nach Hause zu begeben. Diese Fahrt entfachte wiederum eine gewisse Begeisterung für die Luftschifffahrt, welche auch in nicht geringem Grade die Damen beseelte. Natürlich erfreuten sich die beiden Reisenden ihrer ganz besonderen Gunst, um die gewiss sie mancher andere beneidet haben möchte.

Man sah nun in Paris sehr bald ein, dass die Maschine Montgolfier's zu wissenschaftlichen Untersuchungen im Gebiete der Physik und Meteorologie doch nicht ausreichend sei. Man musste einmal viel Brennmaterial mitnehmen und immerfort das Feuer schüren, wenn man sich auf einer Höhe erhalten wollte, andererseits erreichte man überhaupt nur mässige Höhen bei der geringen Gewichtsdifferenz zwischen der erhitzten und der gewöhnlichen Luft. Immer klarer trat es hervor, dass diese Nachtheile bei Anwendung des Wasserstoffgases schwinden würden.

Fig. 2.



Professor Charles und die Gebrüder Robert's, welche den ersten Gasballon auf dem Marsfelde in Paris hatten steigen lassen, beschlossen um diese Zeit, einen grossen Ballon ihrer Art zu construiren. Sie eröffneten eine Subscription, um 10,000 Francs für einen Seidenballon zusammen zu bringen, der bis ins Unermessliche steigen und gute Gelegenheit zum Anstellen physikalischer Versuche und Beobachtungen bieten sollte. Die Summe war in wenigen Tagen zusammen und der Bau begann. Der Aërostat (Fig. 2) war eine Kugel von ca. 9 m Durchmesser, die unten in eine 18 cm weite Röhre endigte. Die obere Hälfte des Ballons war mit einem Netze versehen, das in einen hölzernen

Aequatorreifen endigte. Von letzterem liefen dann Ausläufleinen nach der schön verzierten Gondel. Der Ballon war ferner oben mit einem sich nach Innen öffnenden Ventil versehen. Von diesem ging eine Leine durch die untere Oeffnung des Ballons durch, sodass die Luftschiffer dasselbe nach Belieben ziehen konnten. Bei der öffentlichen Ankündigung dieses Unternehmens spaltete sich natürlich das Publikum sofort in zwei Parteien für Montgolfier und für Charles, die sich gegenseitig mit Spott und Hohn überhäuften.

Am 27. November begann Charles mit der Füllung. Er nahm 20 Fässer dazu in Gebrauch und bedurfte einer Zeit von drei Tagen und drei Nächten. Die Füllung ging auch insofern nicht ohne Störung vor sich, als ein Arbeiter einem Fasse mit der Lampe zu nahe kam und dies in Folge dessen zur Explosion brachte. Glücklicher Weise wurde noch zur rechten Zeit der Hahn zu den anderen geschlossen, sodass ein weiteres Unglück vermieden werden konnte.

Der December nahte heran und der Ballon war immer noch nicht vollständig gefüllt. Da kam ein sehr geschickter Chemiker dem Professor Charles zu Hülfe und brachte die Füllung zu ihrer Vollendung. Am Morgen des 1. Decembers war halb Paris auf den Beinen nach den Tuilerien. Das Wetter war am Morgen nebelig, gegen Mittag zertheilte sich jedoch der Schleier und liess den klaren blauen Himmel in seiner vollen Schönheit durchblicken. Nach und nach versammelten sich die Standespersonen, die Mitglieder der Akademie und die Subskripenten, welche 4 Louisd'or gezeichnet hatten, in dem engeren für sie abgegrenzten Zirkel. Die übrigen Subskripenten, die nur 3 Livres gezahlt hatten, verbreiteten sich im ganzen Garten. Ausserhalb dieses waren aber alle Häuser und Strassen mit Tausenden von Zuschauern besetzt, welche nichts gezahlt hatten.

Während Alles gespannt den weiteren Vorbereitungen zur Abfahrt folgte, verbreitete sich das Gerücht in der Menge, der König habe im letzten Moment die Auffahrt untersagen lassen. Charles hatte das kaum vernommen, als er dem herannahenden Minister Breteuil entgegeneilte und unter Anderem laut ausrief: „Ueber mein Leben hat der König zu verfügen, aber nicht über meine Ehre! Bleibe er bei solchem Machtgebote, so wisse er nichts Anderes zu thun, als sich im Garten der Tuilerien vor allem Volk eine Kugel durch den Kopf zu jagen“ u. s. w.[1]) Der Minister scheint darauf den Herrn Professor be-

1) Biedenfeld, Die Luftballone.

ruhigt und ihm keine Hindernisse mehr in den Weg gelegt zu haben. Es wurden nun Ballastsäckchen in die Ballongondel gelegt, der Anker befestigt und ausserdem die zu wissenschaftlichen Untersuchungen nöthigen Instrumente angebracht. Vor allen Dingen zur Höhenbestimmung ein Barometer. Der Idee nach ist vieles von diesen Dingen seitens Charles dem Jesuitenpater Lana nachempfunden worden, für die Ausführung gebührt ihm jedoch auch das Verdienst eigener Erfindung. Um die Richtung des Windes festzustellen, hatte Charles noch einen kleinen grünen Ballon von 2 m Durchmesser bauen lassen. Mit diesem schritt er vor der Abfahrt auf den anwesenden Montgolfier zu, indem er sagte: „Ihnen, mein Herr, gebührt es, uns den Weg in den Himmel zu eröffnen!" Es kennzeichnet sich darin ein äusserst feines Taktgefühl eines edlen Charakters. Der Umstand, dass Foujas de St. Fond bei dem ersten Versuch von Charles doch nur eine Verherrlichung Montgolfier's im Auge hatte und daher von den Verbesserungen des letzteren und der Gebrüder Robert's wenig Notiz nahm, hatte Differenzen herbeigeführt, welche eine kleine Eifersucht auf Montgolfier natürlich erscheinen liessen. Aus seiner eben geschilderten Handlung ist ersichtlich, dass er die Priorität des Erfinders ehrte und sich nicht nach kleinsüchtiger Art mit seinem Verdienste überhob.

Unter Kanonendonner und lautem Jubel der zuschauenden Menge stieg endlich der Ballon in die Höhe. Ueber den Eindruck, welchen dieser Moment in Charles erweckte, hat er uns in einem Briefe Folgendes hinterlassen:

„Nichts wird jemals in meinem Leben der frohen Empfindung gleich kommen, die mich erfüllte, da ich mich über die Erde erhob; es war kein Vergnügen, es war wirkliches Glück. Den fürchterlichen Qualen des Hasses und der Verleumdung entflohen, fühlte ich, dass ich alle meine Feinde beschämte, indem ich mich über alle erhob. Auf dieses moralische Gefühl folgte bald in mir eine andere, noch weit lebhaftere Empfindung; es war das von uns noch nie gesehene, majestätische Gemälde der ganzen Natur, das in seiner ganzen Unendlichkeit vor uns lag; unter uns die ganze Menge von 300,000 Zuschauern, die sich uns wie eine Wiese darbot; über uns der gewölbte lachende Himmel, dem auch nicht ein einziges Gewölke das Geringste seiner ganzen Schönheit genommen hatte; und in der Ferne der entzückendste Anblick. Mein Freund, sagte ich zu Herrn Robert, wie gross ist unser Glück? Ich weiss nicht, wie die Erde gegen uns gesinnt ist; aber ist nicht der Himmel für uns? Welche Heiterkeit? Welcher hinreissende Auftritt?

Hätte ich doch hier den letzten unserer Spötter, um ihm sagen zu können: dies ist's, Unglücklicher, was man dadurch verliert, dass man den Fortgang der Wissenschaften hemmt."

Der Aërostat erreichte eine Höhe von 300 Toisen und fuhr über die Vorstadt St. Honoré und die Höhe von Mousseaux. Auf letzterer änderte er die Richtung, indem er zwischen St. Quen und Asnieres über die Seine ging, Colombe links liegen liess und beinahe senkrecht über Gennevilliers hinausging. Infolge der vielen Krümmungen der Seine kam er noch einmal auf die rechte Seite von Argenteuil hinüber und verfolgte seinen ferneren Weg über Sanois, Franconville, Eaubonne, Saint-Leu-Taverny, Villiers und die Insel Adam, bis er schliesslich ca. 9 Meilen von Paris in der Ebene von Nesle landete. Sie waren $3^3/_4$ Stunden in den Lüften gewesen. Robert stieg hier aus und liess Charles allein weiterfahren. Dies geschah, nachdem er zuvor mit Robert eine Urkunde über seine Fahrt aufgesetzt hatte in Gegenwart zahlreicher Cavaliere, welche aus Paris dem Ballon zu Pferde gefolgt waren. Einem derselben, dem Herzoge von Chartres, versprach Charles in einer halben Stunde wieder herabzukommen. Der Ballon ging mit grosser Geschwindigkeit in die Höhe. Charles beobachtete hierbei die Einwirkungen der verdünnten Luft auf den menschlichen Organismus und auf den Ballon. Er empfand ausser der zunehmenden Kälte heftige Schmerzen im Innern des Ohres und in den Mandeldrüsen, die erst aufhörten, als er sich der Erde wieder genähert hatte. Der Ballon dehnte sich sehr schnell aus, sodass immerfort aus dem offenen Appendix Gas herausströmte. Er landete nach 35 Minuten auf einem Brachfeld, bei dem Gehölze von Latour-du-Lay, und wurde bald von Robert wieder empfangen, während die Edelleute die Landung von ferne mit ansahen und alsdann schleunigst nach Paris zurückkehrten, um daselbst den glücklichen Ausgang des Versuchs zu verbreiten. Charles hatte eine Höhe von ca. 3400 m erreicht. Sein Barometer war auf 497 gefallen (18' 10"), die Temperatur bis auf — 6,25° C. Beide Luftschiffer wurden nach ihrer Rückkehr mit Ehrenbezeugungen überhäuft. Montgolfier, Charles, Robert, Pilâtre de Rozier und der Marquis d'Arlandes wurden zu überzähligen Mitgliedern der Akademie der Wissenschaften ernannt. Pilâtre de Rozier und Robert erhielten ferner vom Könige eine jährliche Pension von 100 Pistolen, während der Vater Montgolfier's geadelt wurde und Stephan selbst der Michaels-Orden verliehen wurde. Sonderbar erscheint es, dass Charles später nie wieder eine Luftfahrt gemacht hat.

Während Dieses in Paris vor sich ging, fing man auch in der zweiten Capitale Frankreichs, in Lyon, an das Bedürfniss nach einer aërostatischen Maschine zu fühlen. Zufällig traf Joseph Montgolfier Ende September 1783 daselbst ein. Hierdurch fanden sich sofort einige Standespersonen veranlasst, für die Herstellung einer solchen Maschine eine Sammlung zu veranstalten und Montgolfier selbst zu bitten, den Bau derselben zu übernehmen. Diese sollte bisher nie ausgeführte Dimensionen erhalten, denn man beabsichtigte auch Pferde oder andere Thiere mit hochzunehmen. Der Intendant der Provinz, Herr von Flesselle, nahm die Sammlung der Gelder in die Hand und erlangte sehr bald die Summe von 4400 Livres. Die Maschine erhielt die Kugelform mit unten angesetztem abgestumpften Kegel. Die Kugel hatte 35 m Durchmesser; die ganze Höhe des Ballons betrug 42 m. Als Materialien verwendete Montgolfier zwei Schichten gröbster Leinewand mit einer dreifachen Mittellage von Löschpapier. Ueber dem Stoff lag ein mit diesem vernähtes engmaschiges Gurtnetz. Der grösseren Festigkeit wegen waren die quadratischen Maschen noch durch diagonale Steppnähte mit einander verbunden. Die Galerie war aus Weidengeflecht und durch eine Anzahl starker Seile mit der Maschine verbunden.

Der obere Theil der Kugel war aus weissem Kattun, der übrige Theil aus grauer grober Leinwand. Auf dieser letzteren waren zwei grosse Medaillons gemalt. Das eine stellte die Geschichte, das andere Fama dar. Der sich unten anschliessende koniche Theil bestand aus verschieden gefärbten wollenen Streifen. Die Galerie war Aussen und Innen mit buntem Kattun geschmackvoll drapirt. Die einzelnen trapezförmigen Theile der Maschine wurden durch Schlingen und dazu gefertigte Knopflöcher zusammen verbunden. Am 7. Januar 1784 brachte man den Ballon in seinen Theilen nach einem der Felder nahe Lyon, welche les Brotteaux genannt wurden. Hier waren bereits die Masten aufgerichtet und das zur Füllung nöthige Gerüst erbaut. Nach zwei Tagen waren sämmtliche Theile fertig miteinander verbunden. Am 10. Januar sollte nun der Versuch von Statten gehen, indess waren die Vorbereitungen immer noch nicht beendet. Den ganzen Tag verbrachte man damit, die Galerie an der Maschine zu befestigen. Zu diesem Zwecke wurde der Ballon vollständig ausgedehnt und zeigte dabei den allerseits herbeiströmenden Lyonern sich zum ersten Male in seiner Schönheit. Die Ausdehnung nahm nicht mehr als 27. Minuten in Anspruch. Die [...]tsetzung dieser Arbeit wurde am 12. Januar in Angriff genommen. [...]ch das immerfort unterhaltene Feuer wurde die Maschine jedoch [...]

verschiedenen Stellen defect. Hierdurch wurde die Fertigstellung immer weiter hinausgeschoben und die Besorgniss, welche die Zuschauenden in den Mienen Montgolfier's sahen, theilte sich bald allen Gemüthern mit. Allerdings fehlte es auch nicht an solchen, denen diese Ereignisse zur Befriedigung ihrer Spottlust willkommen waren.

Am 15. Januar besuchte der berühmte Naturforscher Saussure die Maschine. Er wurde von Montgolfier und Pilâtre de Rozier[1]) feierlich empfangen. Saussure hatte in seinem Laboratorium bereits Versuche über das Wesen der Montgolfieren angestellt und war hierbei zu dem Schluss gelangt, dass die innere Luft durch die Erwärmung sich ausdehne und daher dünner werde, als die den Ballon umgebende äussere. In Folge dessen, sagte er ganz richtig, würde die Maschine so lange aufwärts steigen, bis sie ihr Gleichgewicht in der Luft erlangt habe, d. h. bis die Dichtigkeit der äusseren Luft, der der inneren gleich ist. Er betrachtete jetzt mit grossem Interesse die kolossale Montgolfiere. Die Maschine wurde sofort aufgebläht. Statt des Stroh's nahm indess diesmal Montgolfier zum ersten Male, wahrscheinlich auf Saussure's Veranlassung, Erlenholz dazu. Trotz der unerträglichen Hitze von 38° R. blieb Saussure während der ganzen Zeit in der Galerie. Die Füllung währte 18 Minuten. Er stellte nun hierbei fest, dass die Hitze der inneren Luft nach Oben zunimmt und, dass ferner die obere Luft nicht mehr reine atmosphärische, sondern durch die Verbrennung ihres Sauerstoffgehaltes beraubte Luft sei, welche zudem mit Verbrennungsproducten untermengt war. Die folgende Nacht nahm starker Regen und Schneegestöber die Maschine derartig mit, dass am andern Morgen zum Trocknen ein Kohlenfeuer angezündet werden musste. Man hatte aber die Maschine nicht in die Höhe gezogen, bevor das Feuer in die Gluthpfanne gethan wurde. Die Folge davon war, dass alsbald die Flamme den Stoff der oberen Kalotte ergriff. Nur der Bereithaltung von Löschmaterialien und dem schleunigen Eingreifen der anwesenden Arbeiter war es zu verdanken, dass weiteres Unglück vermieden wurde. Dieses Unglück verdoppelte nur den Eifer und die Emsigkeit Montgolfier's. Auch die Opferwilligkeit der Bürger, welche für das herannahende schlechte Wetter grosse Wachsleinen und geölte Stoffe zum Schutz des Aërostaten zur Verfügung stellten, verdient nicht unerwähnt zu bleiben. Die ganze Nacht hindurch wurde an der Herstellung eines neuen Obertheils ge-

---

1) Pilâtre de Rozier hatte sich zum Zwecke der Auffahrt von Paris nach Lyon begeben.

arbeitet, damit die Maschine am 19. nun endlich steigen könnte. Der Morgen nahte und diejenigen, welche den Muth hatten sich der Maschine anzuvertrauen sahen zu ihren Entsetzen, dass sie überall kleine Löcher hatte, als ob sie mit Schrot beschossen worden wäre. Jeder der etwas mit Montgofieren Bescheid wusste, musste sich sagen, dass die Reise jedenfalls nur eine kurze werden könnte und hierbei mussten durch die Nähe der schnell strömenden Rhone, bange Ahnungen in den Gemüthern der Reisenden aufsteigen. Pilâtre de Rozier wollte sich aber durchaus nicht damit einverstanden erklären, dass man die Maschine nur mit todtem Gewichte auflasse. Die Maschine wurde in dreiviertel Stunden ausgedehnt. Das über dem oberen Theil liegende Netz hatte Montgolfier weggelassen, weil es ebenfalls zu mürbe geworden war und demnach überflüssiger Weise das Gewicht des Aërostaten vermehrte. Die Maschine war kaum ausgedehnt, als Prinz Carl von Ligne, Graf von Laurencin, Graf von Dampierre und Graf von La Porte d'Anglefort in die Galerie hineinsprangen. Montgolfier und Pilâtre de Rozier bemühten sich vergeblich, einige der Herren zum Verlassen der Galerie zu veranlassen. Auch der Intendant, Herr von Flesselles, dessen Hilfe Montgolfier schliesslich in Anspruch nahm, vermochte keinen Einfluss auf sie auszuüben. Montgolfier und Pilâtre de Rozier sahen sich daher gezwungen, gute Miene zum bösen Spiel zu machen und ihre Feuerung nebst Ballast auf ein Minimum zu beschränken. Die Haltetheile wurden durchschnitten und während des Aufsteigens der Maschine schwangen sich die beiden kühnen Erbauer noch in die Galerie.

Als sie durch die plötzlich hinzugekommene Last noch etwas heruntergedrückt wurde, benutzte ein Kaufmann Fontaine die Gelegenheit, um auch noch schnell hineinzuspringen.

Der vollendeten Thatsache gegenüber konnten die Reisenden Nichts mehr einwenden; man verzieh ihm seine Verwegenheit in Rücksicht auf die wichtigen Dienste, welche er beim Bau der Maschine geleistet hatte. Das Feuer wurde sofort aussergewöhnlich verstärkt, denn die Montgolfiere begann bereits sich wieder zu senken. Danach stieg sie dann langsam und bewegte sich majestätisch nach Nord-Osten. Der Eindruck, den dieses Ereigniss auf die zuschauende Menge ausübte, wird als ein grossartiger geschildert.

Das Gefühl der Freude verwandelte sich jedoch bald in
erzen derjenigen in Besorgniss, welchen der schlechte
aschine bekannt war, als sie sie der Rhone zutreiben

licherweise erfasste den Aërostaten jedoch plötzlich ein anderer Luftstrom, der ihn wieder nach seiner Auffahrtsstelle zurückzuführen schien.

Unter dem fortwährenden Verstärken des Feuers stieg er nunmehr, bis er plötzlich im oberen Theile an der Stelle einen Riss erhielt, wo die neue Calotte mit dem älteren Stoffe vernäht war. Die Maschine fiel erst langsam, dann aber immer schneller. Der Jubel der Zuschauer ging sehr bald wieder in Furcht und Schrecken über. Die Menge eilte sich drängend und stossend nach der Stelle, wo sie niederzufallen schien. Der Fall währte zwei Minuten. Auf einer Wiese, hinter dem Hause eines Herrn Morand, fiel die Montgolfiere mit mässiger Geschwindigkeit nieder, zwölf Minuten nach ihrer Auffahrt. Montgolfier alleine hatte bei dem Aufpralle etwas gelitten, erholte sich aber sehr bald. Die übrigen Luftschiffer wurden im Triumph durch die Stadt geführt.

Mit dem Beginn des Jahres 1784 bedeckte sich nun aber, wie Dupuis Delcourt sagt[1]), der Himmel von ganz Europa mit Ballons. Es wird daher nicht mehr interessant, die Fahrten in ihrem Verlauf bis ins Einzelne zu verfolgen. Wir müssen unsere Aufgabe jetzt vielmehr darin erblicken, in Kürze derartige Versuche aufzuführen und nur da näher auf dieselben einzugehen, wo etwas Neues oder besonders Bemerkenswerthes dergleichen erforderlich macht. Der Umstand, dass die Maschine in ihrer vorläufigen Gestalt noch einen hohen Grad von Unvollkommenheit besass, führte bald zu dem Bestreben, Versuche bezüglich der Lenkbarkeit anzustellen.

Von grosser Bedeutung waren zu jener Zeit in dieser Beziehung die Versuche der Akademie von Dijon. (Fig. 3.) Die Leitung derselben wurde dem Physiker Guyton de Morveau übertragen. Er baute einen kugelförmigen Aërostaten von 9 m Durchmesser aus starkem Seidentafet, welcher mit einem Firniss aus Leinöl, einem aus Epheurinde bereiteten Leim und Bleiglätte gedichtet wurde. Die obere Hälfte war mit einem starken Netz überdeckt, welches an einem um die Mitte des Ballons laufenden Aequatorring aus Eichenholz befestigt war. Dieser Ring war zugleich der Träger der Gondel, welche an langen Leinen ca. 4 m unter dem Ballon hing, und ferner der Träger der Ruderorgane.

Um die Luft leichter zu zertheilen, hatte man vorn einen Keil aus zwei grossen versteiften Segeln gebildet, deren eines mit dem Wappen des Prinzen von Condé, das andere mit dem von Burgund

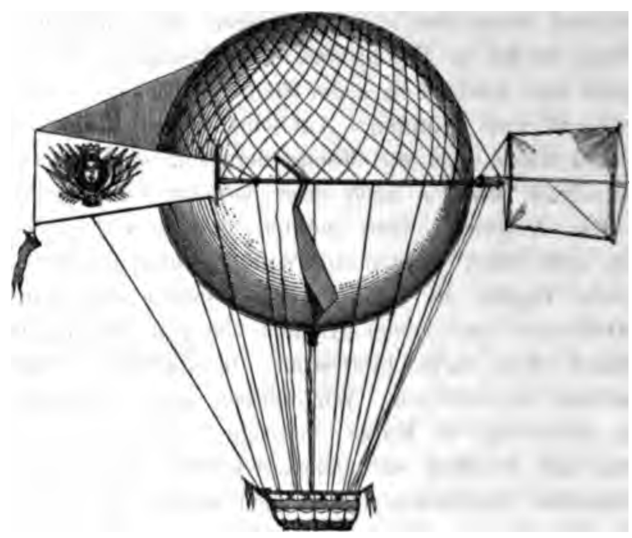
---

1) Manuels Roret. Manuel d'Aérostation par Dupuis Delcourt. Paris 1850.

bemalt war. Diesem entgegengesetzt befand sich ein gestreiftes Steuersegel. Zu beiden Seiten des Aequators sassen noch zwei Flügelruder, die zur Fortbewegung, zum Heben und Senken des Aërostaten dienen



Fig. 3.



und von der Gondel aus regiert werden sollten. Die Gondel selbst war sehr schön roth angestrichen und vorn mit einem Hahn versehen, der die Devise trug: „Surgit nunc Gallus ad aethera!“ Die Gondel war ferner ebenfalls noch mit zwei Rudern versehen. Die erste Auffahrt ging am 25. Februar 1784 von Statten. Der Ballon erhielt neben dem Appendix einen Riss, jedenfalls weil die Klappen nicht rechtzeitig geöffnet wurden. Eine zweite Fahrt wurde am 12. Juni 1784 unternommen, an einem sehr schönen, windstillen Tage. Guyton de Morveau und Virly bestiegen die Gondel, die in ihrer Ausrüstung einem kleinen physikalischen Cabinet ähnlich war.[1])

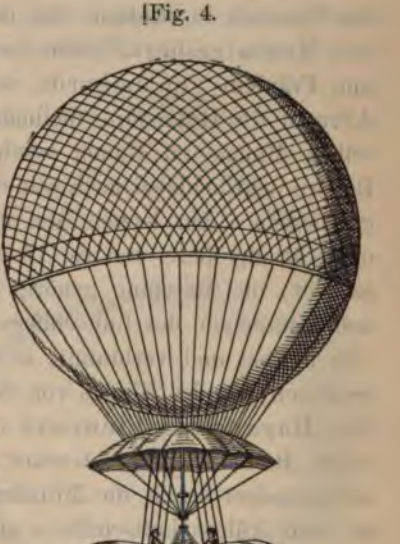
Bei diesem Versuch machten sie von ihren Ruder- und Steuerorganen den vielseitigsten Gebrauch. Sie wollen dadurch eine Ablenkung von der Windrichtung erzielt haben. Schliesslich kamen sie in Etevaux nieder. Als sie sich dann von hier aus im Ballon sitzend nach Dijon an den Halteseilen zurücktransportiren lassen wollten, schlug ein plötzlicher Wind den Aërostaten so heftig gegen den Boden, dass

1) Description de l'Aérostat de l'Académie de Dijon. Dijon et Paris 1784.

der Aequatorialreif zerbrach. Er wurde in Folge dessen entleert und auf einem Wagen zurückbefördert.

Nächstdem wurde in Paris wieder eine Auffahrt von Jouanne Pierre Blanchard in Scene gesetzt. Dieser Blanchard hatte sich bereits vor der Erfindung Montgolfier's stets mit der Kunst des Fliegens beschäftigt und auch eine dementsprechende Maschine construirt, durch welche er sich seiner Zeit recht lächerlich gemacht hatte. Er war von Beruf Mechaniker und fühlte in sich ein nicht zu unterdrückendes Streben zum Erfinden, was bei seiner mangelhaften wissenschaftlichen Bildung ihn auf die curiosesten Ideen brachte. Da seine Flugmaschine nicht den erwarteten Erfolg gehabt hatte, war ihm der Gasballon Charles sehr willkommen, um nunmehr durch eine Combination mit seinem Flugapparat ein Werk zu schaffen, das seinen verlorenen Ruf wieder herstellen konnte. Er kündigte also mit dem nöthigen Lärm der Reclame den Tag des Versuchs mit seinem selbstverständlich erprobten und geprüften Apparat an (Fig. 4). Blanchard hatte ausser einem Steuer an jeder Seite der Gondel zwei Flügelruder angebracht und ferner über derselben einen Sonnenschirm. Der 2. März war als Tag der Auffahrt bestimmt; ein gelehrter Benediktiner Pech, sollte ihn begleiten. Als auf dem Marsfelde, wo Alles vor sich ging, die Vorbereitungen zur Abfahrt beendet waren, stürzte plötzlich ein junger Kriegsschüler mit gezogenem Degen auf die Gondel und verlangte mitzufahren. Als ein solches Verlangen energisch zurückgewiesen wurde, zerstörte er in seiner Wuth die Ruderapparate und den Sonnenschirm und verwundete Blanchard selbst an der Hand. Da der Lenkungsversuch nun nicht mehr stattfinden konnte, stieg Blanchard gegen Mittag allein auf und — wie Turgan behauptet — „machte mit seinem Steuer einige Evolutionen, fuhr hin und her, über die Seine und wieder herüber, und steuerte sogar gegen den Wind!“ Hier scheint sich Turgan doch zu vertrauensvoll an die Zeitungsberichte angeklammert

[Fig. 4.



zu haben, welche doch damals wie heute von den Veranstaltern derartiger Versuche beeinflusst worden sind.

Die kleinen Aërostaten, welche allerseits in grösseren Orten Frankreichs aufgelassen wurden, mehrten sich inzwischen bis ins Unzählige. Sie waren meist besonders schön verziert und mit Inschriften versehen, hatten auch häufig ganz abweichende Gestalten. Im Mai fanden wieder viele grössere Auffahrten statt. So stiegen am 8. Mai in Marseille Bremont und Maret in einer Montgolfiere von 15 m Durchmesser. Bei der zweiten Fahrt am 29. Mai fing jedoch die Maschine Feuer und beide Luftschiffer kamen mit knapper Noth mit dem Leben davon. Am 15. Mai machte Adorn in Strassburg eine Auffahrt von sehr kurzer Dauer. Inzwischen machte Montgolfier in Paris am 20. Mai mit einer Montgolfiere von ca. 25 m Höhe und 24 m Durchmesser von der Vorstadt St. Antoine aus eine Captiffahrt, an welcher die Marquise von Montalembert, Gräfin von Montalembert, Gräfin von Podenas und Fräulein von Lagarde, sowie Marquis von Montalembert und Artaud de Bellevue theilnahmen. Blanchard machte am 23. desselben Monats zu Rouen wiederum eine Luftfahrt; von unwissenden Bauern wurde dabei nach seinem Ballon, als er landen wollte, mit Schrot geschossen. Am letzten Mai stieg zu Aix ein gewisser Ranbaud in einer Montgolfiere von ca. 15 m Durchmesser. Bei der Landung vergass er, die Maschine gehörig festhalten zu lassen. Seiner Last nach dem Aussteigen des Luftschiffers beraubt, flog sie wieder auf, entzündete sich hierbei und verbrannte in der Luft. Zu Lyon stiegen am 4. Juni in Gegenwart des Königs von Schweden, welcher unter dem Pseudonym Graf Haga reisste, Fleurand und die erste Dame Frau Thible auf in einem Ballon Namens „Gustav", von 23 m Durchmesser. Diese Fahrt ist besonders durch die Mitnahme dieser Dame bemerkenswerth, welche als erste kühne Luftschifferin später verherrlicht worden ist.

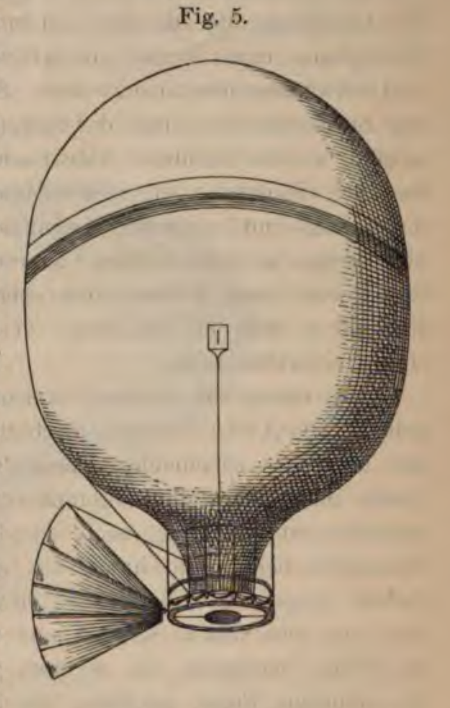
In Nantes machten am 14. Juni Constard de Massy und Mouchet ihre erste Auffahrt in ihrem Gasballon „Le Suffren"[1]). Dieser Aërostat war oben mit einer Kappe aus Schafleder bedeckt, welche durch Fischbeinstangen sonnenschirmartig gespannt war. Der Zweck der Einrichtung war das Vermindern eines Scheuerns des Netzes und eines Eindrückens der oberen Ballonkalotte durch die Schwere des Ventils. Letzteres bestand aus zwei Klappen, welche sich um vier Charniere, die in den Durchmesser der Kreisöffnung gestellt waren, bewegen liessen. Der

1) Journ. encyclop. 1784, Tom. VIII, p. 84.

hluss wurde durch vier starke Federn bewirkt. Bald darauf stiegen Bordeaux Darbelles, Desgranges und Chalfour in einer grossen Iontgolfiere. Als der König von Schweden, Gustav III., nach Paris am, sollte auch hier ihm zu Ehren ein Ballon steigen. Die schön verierte riesige Montgolfiere trug den Namen der Königin „Marie Antoiette". Sie hatte eine Höhe von 30 m und einen Durchmesser von 26 m. Aeusserlich war sie bunt bemalt und mit den Initialen der Königin versehen. Die Auffahrt erfolgte von Versailles aus, Pilâtre de Rozier und Proust nahmen auf der Galerie Platz. Nach dreiviertelstündiger Fahrt kamen sie auf einem Felde, nahe Compiègne, nieder. Bei der Landung gerieth der untere Theil und die Galerie der Maschine in Flammen. Der obere Theil konnte nur mit Mühe unter dem Beistande herbeieilender Leute vor demselben Schicksal bewahrt werden.

Zwei Männer, denen sicherlich von ihren Zeitgenossen die grösste Ungerechtigkeit widerfahren ist, waren die Abbé's Miollan und Janinet. Von edlem Eifer für die Aëronautik getrieben, unternahmen sie es, eine riesige Montgolfiere mit vielen Verbesserungen zu verfertigen. Selbst unbemittelt, mussten sie zu diesem Zweck natürlich eine Subskription in Scene setzen und nur durch den unglücklichen Ausfall ihres Unternehmens, sowie durch den hohen Preis der Plätze mag es gekommen sein, dass man ihnen vorgeworfen hat, sie wären von Anfang an auf eine Geldspeculation ausgegangen. In gebildeten und wissenschaftlichen Kreisen sah man auch damals mit grosser Spannung dem Versuche der beiden Herren entgegen. Sie kündigten an, eine Montgolfiere von ca. 23 m Durchmesser bauen zu wollen. In Wahrheit wurde sie aber grösser (Fig. 5). Ihre Höhe betrug 33 m, ihr Durchmesser 28 m. Auch Dieses scheint uns schon einen Beweis zu liefern, dass die geistlichen Herren das empfangene Geld durchaus nicht zu selbstsüchtigen Zwecken

Fig. 5.



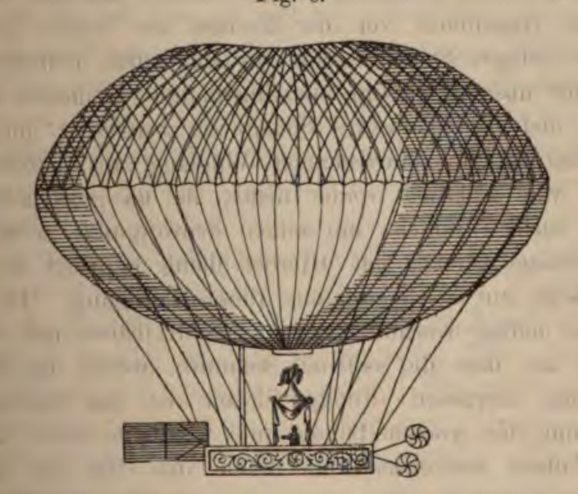
verwandten, wie ihnen überall vorgeworfen wurde. Ihr Hauptaugenmerk richteten sie beim Bau der Maschine auf Vereinfachung. Die sonst übliche Estrade mit den Mastbäumen machten sie dadurch überflüssig, dass sie an dem Ballonstoff selbst Masten befestigten, welche sich unten auf die Galerie stützten. Hierdurch konnte der Ballonstoff niemals vollständig zusammensinken und womöglich in die Gluthpfanne hineinfallen, denn diese Stützen blieben auch während der Fahrt an der Maschine. Die Füllung war auf diese Weise auch von der Estrade unabhängig gemacht und konnte an beliebiger Stelle stattfinden. Sie wollten dann ferner das einzige von Montgolfier vorgeschlagene Mittel zur Lenkung versuchen. Es bestand dies in einer am grössten Umfang des Ballons angebrachten Seitenöffnung von ca. 35 cm Durchmesser. Die warme ausgedehnte Luft sollte hieraus ausströmen und durch ihre Reaction das Vorwärtstreiben des Luftschiffes bewerkstelligen. Um dabei eine bestimmte Richtung inne zu halten, wurde die Galerie auch mit einem Steuer versehen. Die beiden Abbé's verbesserten ausserdem die Ausrüstung der Maschine, indem sie zur Erstickung des Feuers der Gluthpfanne einen Deckel construirten und ferner eine Quantität Wasser und Schwämme mitnehmen wollten. Schliesslich machte noch ein Anker und eine Strickleiter den Inhalt der Galerie vollständig. Da nun Montgolfier sowohl, wie der berühmte Naturforscher Saussure ausgesprochen hatten, dass die Kenntniss der verschiedenen Luftströmungen wahrscheinlich das einzige und sicherste Leitungsmittel für Ballons sein werde, beabsichtigten sie auch hierüber Untersuchungen anzustellen und hatten zu dem Zweck zwei Pilotenballons gebaut, von denen einer mit Gas gefüllt 50 m über der Maschine, der andere mit Luft 50 m unter derselben schweben sollte.

An einem sehr warmen Julisonntag sollte die Auffahrt von Statten gehen. Die Abbé's wollen absichtlich den Sonntag gewählt haben, damit auch die arbeitenden Classen das Schauspiel sehen könnten; es wurde ihnen jedoch von Frömmlern die Entheiligung des Feiertags vorgeworfen und man sagt auch, dass die Königin, welche sehr gern dem Schauspiel beigewohnt hätte, aus diesem Grunde nicht gekommen sei. Dessen ungeachtet füllten sich die Tribünen im Garten von Luxemburg seit dem frühen Morgen und das Heizen der Montgolfiere konnte um Mittag beginnen. Es ist nun unerklärlich, aus welchen Gründen die gelehrten Pater, nachdem die Maschine längst [illegible] die Luftfahrt nicht unternommen haben. Um [illegible] stand eine gewisse Unruhe unter der zus[illegible]

ıze Zeit sich mit Aufopferung den glühenden Strahlen der Julisonne ɡgesetzt hatte. Der ins Rollen gekommene Stein wuchs in kurzer it zur Lawine und mit lautem Lärm stürzte sich bald das Publikum f die Galerie der Montgolfiere, um dieses mühsame Werk in kurzer it zu zerstören. Schliesslich ergriff das Feuer der Gluthpfanne den off und verrichtete den Rest der Zerstörungsarbeit. Die beiden Abbé's er hatten sich nur mit Mühe einer Lynchjustiz entziehen können. s fehlte nachträglich nicht an Spott und Verleumdungen. Auf vielen ldlichen Darstellungen ihres Aërostaten befinden sich Miollan als atze und Janinet als Esel aufgezeichnet.

Wenige Tage darauf, am 15. Juli, fand ein neuer sehr wichtiger ersuch zu St. Cloud statt. Besonders interessant ist er deshalb, weil ier zum ersten Male die von dem Ingenieuroffizier Meusnier vor-eschlagene innere Luftblase Anwendung fand, die damals die Luftschiffer in ie grösste Gefahr brachte. Man sieht daraus recht deutlich, wie heut-utage anerkannte Erfindungen bei ihrer ersten Probe oft wenig für sich u haben scheinen. Den Ballon (Fig. 6) bauten die Brüder Robert in Valzenform[1]). An den Enden setzten sie Halbkugeln von 10 m Durch-

Fig. 6.



esser, die ganze Länge des Ballons betrug 14 m. Sie wollten durch se Form, ohne Verminderung der Tragfähigkeit, dem Luftwiderstande

1) Journal de Paris 1784.

eine möglichst kleine Oberfläche bieten. In die Mitte dieses Ballons hängten sie den kleinen Meusnier'schen voll atmosphärischer Luft. Mittelst eines Schlauches war derselbe mit einem Blasebalg auf der Galerie in Verbindung gebracht. Der Zweck der Einrichtung war, von der Gleichgewichtslage aus, ohne Gasverlust steigen und sinken zu können. Die innere Luftblase wurde, je höher der Ballon stieg, immer mehr entleert, sodass das ausgedehnte Gas die Stelle der Luft einnahm. Wenn man sinken wollte, glaubte Meusnier durch erneutes Lufteinpumpen in dieses Ballonet einen Druck auf das Füllungsgas und somit eine Verdichtung desselben herbeiführen zu können. Zur horizontalen Fortbewegung brachten Robert's am Vordertheil zwei Schirmruder an von je $1^1/_2$ qm Oberfläche, während sie die Lenkung durch ein Steuerruder von 6 qm Fläche bewirken wollten, welches an dem entgegengesetzten Ende der Galerie befestigt war. Um 7 Uhr 52 Minuten stieg der Ballon mit den Gebrüdern Robert, dem Herzog von Chartres und Herrn Collin Hullin auf. Mit Hilfe ihrer Ruder wollen die Reisenden eine gewisse Abweichung von der Windrichtung erlangt haben. Dies steht indess sehr im Gegensatz zu der Thatsache, dass der Ballon sich um seine Verticalaxe gedreht hat. Robert selbst berichtet darüber: „Windwirbel bemächtigten sich unserer Maschine und drehten sie in einem Augenblick von der Rechten zur Linken dreimal ganz herum. Die heftigen Stösse, welche wir empfanden, nöthigten uns zum Verlassen aller unserer Lenkungsmaschinen, und wir hielten es sogar für angemessen, den Taffet unseres Steuers zu zerreissen, um damit den äusserst heftig auf uns einwirkenden Windfang zu zerstören.“ Dieser Wirbelwind war sicherlich weiter nichts, als das gewöhnliche Rotiren eines jeden solchen Ballons um seinen Schwerpunkt, sobald er seine Gleichgewichtslage erreicht hat. Hierbei diente natürlich das Steuer als gute Segelfläche zur Beschleunigung dieser Bewegung. Die Reisenden wollen ferner heftige Erschütterungen verspürt haben und schreiben es diesen auch zu, dass die seidenen Schnüre, welche das Ballonet im Innern hielten, zerrissen. Infolge dessen fiel das Ballonet auf die untere Oeffnung des grossen Ballons und verstopfte diese. Als nun die aus den Wolken hervorbrechende Sonne das Gas des Ballons zur weiteren Ausdehnung brachte, wurde die Lage der Luftschiffer eine sehr peinliche. Sie hatten das baldige Platzen und das Hinabstürzen in die schreckliche Tiefe vor Augen. Indessen behi[illegible] Kaltblütigkeit und, nachdem sie sich vergebl[illegible] herauszuziehen, ergriff der Herz[illegible]

mit deren Spitze zwei Löcher in den Ballon, welche sich gleich zu einem Riss von 2—3 m erweiterten. Der Ballon fiel mit grosser Geschwindigkeit herab. Hätten die Reisenden nicht im letzten Moment noch 60 Pfund Ballast ausgeworfen, so wären sie sogar in einen Teich gefallen; so aber kamen sie glücklich über diesen hinweg im Park von Meudon nieder. Die ganze Fahrt hatte nur wenige Minuten gedauert und muss als eine misslungene insofern betrachtet werden, als die beabsichtigten Lenkungsexperimente nicht genügend ausgeführt werden konnten.

Der Herzog von Chartres wurde, da er Urheber der schnellen Niederfahrt war, allgemein als Feigling öffentlich verspottet, was beim Publikum um so mehr Anklang fand, weil er sich keiner grossen Beliebtheit erfreute.

Blanchard, der aus Paris ausgewiesen war, hatte, wie oben erwähnt, in Rouen bereits eine Fahrt gemacht und wiederholte diese mit einem Herrn Boby zusammen am 18. Juli. Der Bericht, welchen er über diese Fahrt selbst geliefert hat, ist voll von der Vorzüglichkeit seines Lenkungsapparates. Er bestand, wie auf dem Bilde ersichtlich ist, aus vier Ruderflügeln und einem Steuerruder. Jeder Ruderflügel hatte eine löffelartige Form. Mit der konkaven Seite wollte er den Druck auf die Luft ausüben, welchen er zum Vorwärtsbringen seines Ballons für hinreichend erachtete. An der convexen Fläche sollte sich der Widerstand der Luft beim Vorwärtsbewegen der Ruder brechen. Seine Erzählung dieser Fahrt, welche uns Julien Turgan in seiner Geschichte wörtlich wiedergiebt (deutsch v. Biedenfeld) liefert uns einen Beweis, wie vorzüglich Blanchard sein Publikum zu düpiren verstand. Er lenkt danach den Ballon beinahe auf Commando. Der Zeitfolge nach würde sich hieran die Fahrt des Abbé Carnus mit Herrn Louchet anschliessen, die am 6. August zu Rodez mit einer Montgolfiere stattfand. Ihre Montgolfiere [1]) hatte die Form einer Kugel von ca. 16 m Durchmesser, an welche sich ein abgestumpfter Kegel ansetzte. Um die untere Oeffnung lief ein starkes, an die Hülle genähtes Seil. Acht andere Seile gingen, jedes in eine Art Scheide genäht, von diesem aus gleich Meridianen nach dem oberen Pole der Kugel. Der kegelförmige Theil war inwendig mit Kalkerde und Leim bestrichen. Die Gluthpfanne bestand aus einem Drahtgeflecht. Die Galerie wurde von 32, von den 8 Seilen herabgehenden Auslaufleinen gehalten und konnte

1) Journal encyclop. 1784, Tom. III, p. 294; Tom. VIII, p. 469.

vermittelst lederner Riemen beliebig höher oder tiefer gehängt werden. Die Schilderung der Fahrt bietet nichts besonders Neues, ebenso wie die am 6. September von Coustard de Massy und Delnynes in Nantes mit dem Ballon „Le Suffren“[1]) unternommene.

Von grösserem Interesse sind erst wieder die Versuche der Gasfabrikanten Alban und Vallet zu Javel bei Paris. Sie bauten einen den Windmühlenflügeln ähnlichen Rudermechanismus, der erst häufigen

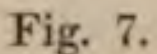
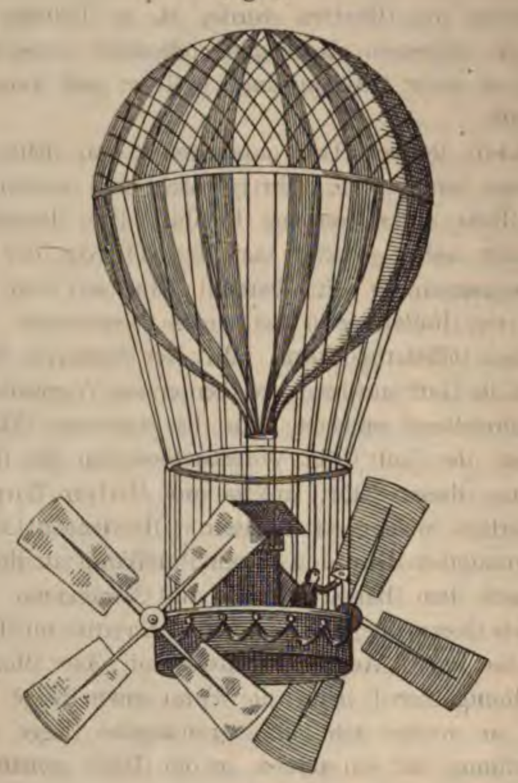


Fig. 7.



Proben unterworfen wurde, bevor sie ihn mit einem Gasballon, dem „Comte d'Artois“ (Fig. 7), in Verbindung brachten. Am 24. August stellten sie den ersten Versuch damit an und fuhren nach St. Cloud. Sie wollen dabei mehrere Male mit Hilfe ihrer Windflügelräder

1) Journal encyclop. 1784, Tom. VIII, p. 85.

lergestiegen sein und auch eine gewisse Ablenkung von der Wind-
ıtung erreicht haben. Ein directes Fahren gegen den Wind ist
en aber nicht gelungen. Sie setzten ihre Versuche noch eine Zeit
g fort. Grosse Erfolge scheinen sie aber ebenfalls nicht errungen zu
ben.

Inzwischen hatten die Brüder Robert ihren länglichen Ballon
ieder hergestellt und verbessert. Das Steuer hatten sie fortgelassen
ıd an seine Stelle ebenfalls noch zwei Schirmruder gesetzt. Diese
aren derartig eingerichtet, dass sie beim Vorwärtsstossen zusammen-
appten, beim Rückwärtsziehen sich dagegen öffneten und einen Wider-
and boten, welcher als ziehende Kraft ausgenutzt werden sollte. Die
n Hintertheil befindlichen waren, da hier beim Stoss der Widerstand
zeugt werden muss, dementsprechend wahrscheinlich umgekehrt con-
ruirt. Am 19. September wurde der Ballon zu Paris gefüllt[1]. Die
eiden Robert und Herr Collin Hullin stiegen in die Gondel. Sie
onnten noch 450 Pfund Ballast hineinnehmen, bevor der Ballon im
leichgewichte war. Dann warfen sie 204 Pfund wieder aus und stiegen
ngsam in die Höhe. Nach weiterem Auswerfen von 8 Pfund stiegen
e bis auf 450 m auf. Da sie gerade auf Gewitterwolken zufuhren,
emühten sie sich, durch Hoch- und Niedergehen einen anderen Luft-
rom zu erreichen. In den Höhen zwischen 200 m und 1400 m trafen
e aber keine verschiedene Strömung an. So mussten sie sich darein
nden, gerade in die Gewitterwolken hineingetrieben zu werden. Sie
xperimentirten nun mit ihren Rudern. Eines derselben hatten sie ver-
ren, mit den drei übrigen wollen sie ihre Bewegung beschleunigt und
ich eine Abweichung von der Windrichtung erzielt haben. Beim Ein-
itt in die Gewitterwolken sank das Thermometer, das Gas verdichtete
ch und der Ballon fiel so tief, dass sie wieder 40 Pfund Ballast aus-
erfen mussten.

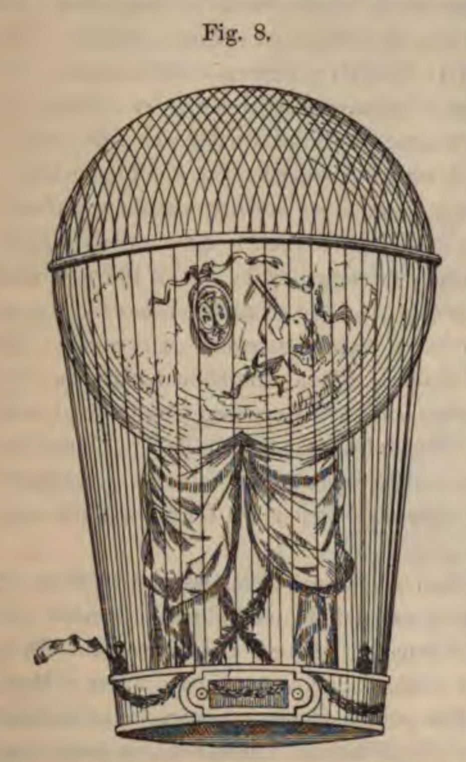
Sie benutzten diese Gelegenheit, um die Temperatur-Differenz im
allon und in der Atmosphäre festzustellen und fanden hierbei die
emperatur im Ballon bedeutend wärmer. In einer Höhe von ca. 1300 m
ar die Luft so ruhig, dass der Ballon nur zwei Fuss in der Minute
orwärts gekommen sein soll. Das schien ihnen günstig, um die Kraft
rer Schirmruder zu probiren. 35 Minuten arbeiteten sie mit den-
lben und fanden schliesslich, indem sie den Schatten des Ballons auf
m Erdboden verfolgten, dass sie einen elliptischen Weg von 2000 m

1) Journ. encyclop. 1784, Tom. VII, p. 295, 466; Tom. VIII, p. 293.

Durchmesser zurückgelegt hatten. Sie bemerkten dann, wie Wolken unter ihnen die Richtung von Süden nach Norden nahmen. In diese liessen sie sich herab in der Absicht, sie 40 Minuten lang zu benutzen. Sie gebrauchten hierbei wiederum die Ruder und versuchten nach Osten abzukommen; es gelang ihnen aber nur um 22 Grad. Darauf liessen sie sich in grössere Tiefe herab, wo sie einen noch stärkeren Wind fanden. Die hereinbrechende Dunkelheit zwang sie schliesslich, nahe Aras auf der Ebene von Beuvry, $^{3}/_{4}$ Meile von Béthume in Artois, zu landen. Als sie um 40 Minuten nach Sechs herunterkamen, hatten sie noch ungefähr 100 Pfund Ballast in der Gondel.

Unterdessen war der etwas phantastische Pilâtre de Rozier von Paris nach Boulogne gefahren, um die von ihm stammende Idee, von Frankreich über den Canal nach England zu fahren, zur endlichen Ausführung zu bringen. Die Nothwendigkeit hierfür war um so drückender, als er bereits Ende 1784 diesen Entschluss öffentlich bekannt gemacht hatte. Es konnte ihn auch nicht angenehm berühren, dass Blanchard ihm die Ehre, der Erste zu sein, vorweg genommen hatte, denn er wurde nunmehr von aller Welt mit Spott überhäuft. Rozier war insofern besser als andere Luftschiffer gestellt, als seine einflussreichen Verbindungen ihm stets die zur Ausführung von Versuchen nöthigen Gelder beschafften. So erhielt er auch diesmal vom Ministerium eine Unterstützung von 150,000 Livres. Die üblen Erfahrungen, welche Blanchard bei seiner Ueberfahrt gemacht hatte, waren ihm nun jedenfalls genau bekannt geworden[1]).

Fig. 8.



---

1) S. Entwicklung der Luftschifffahrt in England.

Er dachte demnach nach, wie er die Maschine für eine solche Seefahrt geeignet machen könnte und verfiel schliesslich auf eine Combination von Charliere und Montgolfiere, welche er Aëro-Montgolfiere nannte, die aber heute nach seinem Erfinder den Namen Roziere (Fig. 8) erhalten hat. Der Gasballon war kugelförmig; an ihn setzte sich die Montgolfiere in Cylinderform nach unten an. Das Ventil des Gasballons befand sich an der Seite. Die Ventilleine lief ausserhalb des Gasballons nach der Galerie herab. Er glaubte auf diese Art die Höhenregulirung ohne Gas oder Ballastverlust in der Hand zu haben und also in die Lage gesetzt zu sein, die verschiedenen Luftströmungen mit Leichtigkeit ausnutzen zu können. Nachdem die Maschine fertig war, hatte er noch mit vielen Widerwärtigkeiten zu kämpfen. Die Spottrede der Welt, widrige Winde, das Verbot der Auffahrt durch den Boulogner Magistrat wegen herannahenden Sturmes und der Ruhm Blanchard's, alles das kam zusammen, um Rozier an den Rand der Verzweiflung zu bringen. Endlich entschloss er sich, am 16. Juni die Fahrt auf eigene Verantwortung zu wagen. Kurz nach 7 Uhr bestieg er und Romain die Gondel, um die so verhängnissvoll gewordene Fahrt zu unternehmen. Mit ziemlicher Geschwindigkeit flog die Maschine bis auf ca. 400 m. In dieser Höhe verlor plötzlich die Charliere sehr schnell ihr Gas und die ganze Maschine stürzte mit wachsender Beschleunigung herab. Pilâtre de Rozier war gleich todt, Romain verschied nach wenigen Augenblicken. Ueber die Ursachen dieses Vorfalls gehen die Meinungen sehr auseinander. Der Marquis de Maisonfort, welcher die Absicht hatte mitzufahren, von Rozier jedoch abgewiesen wurde im Hinblick auf die Gefahr der Fahrt, meint, auf Grund seiner Beobachtungen als Augenzeuge, dass die Luftreisenden in der Höhe von 400 m landeinwärts getrieben worden wären und dass Rozier infolge dessen die Klappe gezogen hätte. Die starke Reibung der den Ballon tangirenden Ventilleine sollte dann in den schon durch häufige Probefahrten mürbe gewordenen Stoff einen Riss von einigen Metern verursacht haben und dieser die Folge des schnellen Niedergangs gewesen sein. Andere wollen wieder oben eine Flamme herausschlagen gesehen haben, weshalb man ihn vielfach auch damit abgebildet hat. Als Benzenberg[1]) auf seiner Reise nach Paris Montgolfier persönlich aufsuchte, erzählte dieser ihm als Untersuchungscommissar in dieser Sache Folgendes darüber: „Pilâtre

1) Briefe, geschrieben auf einer Reise nach Paris. J. F. Benzenberg, Dortmund 1806.

de Rozier und Romain waren mit zwei Ballons gestiegen. Der oberste war der grösste und mit inflammabler Luft gefüllt; der untere kleinere, der etwa 35 Pfund tragen mochte, war mit Feuer geheizt. Dieser war nicht beschädigt, sondern nur der grössere, der im Gipfel eine Stelle von 6′ Durchmesser (2 m) hatte, die angesengt war, in deren Mitte ein Loch im Taffet verbrannt war von 1′ Durchmesser. Man hatte den Ballon sorgfältig aufgehoben und ich schnitt mir noch eine Probe heraus, um den Uebergang von der verbrannten Seide zur bloss versengten zeigen zu können. Mehrere Personen, die den Ballon sahen, als ihm das Unglück begegnete, und die hinlänglich von einander entfernt wohnten, zeigten mir die Stelle, von wo aus sie es gesehen. Ich nahm die Winkel und mass die Basis und fand, dass der Ballon damals zwischen 12,000 und 14,000′ hoch (?) war. Man hatte eine kleine weisse Wolke gesehen, so wie wohl welche unter den Gewitterwolken hingen, und diese war in der Nähe des Ballons gewesen. Es ist wahrscheinlich, dass aus dieser ein elektrischer Funken (?) auf den Ballon geschlagen ist, der die inflammable Luft entzündete u. s. w.“

Das sind also schon zwei sich widersprechende Berichte, von denen letzterer insofern mehr Glaubwürdigkeit verdient, als Montgolfier als Untersuchungscommissar Alles genau feststellen konnte. Wir sind der Ansicht, dass wohl eine Gasexplosion die Katastrophe herbeigeführt haben möchte. Die Montgolfiere brannte augenscheinlich bei der Auffahrt noch nicht. Erst als man sich in der Gleichgewichtslage befand und hier widrigen Wind antraf, suchte Rozier wahrscheinlich durch Anzünden des Feuers die Montgolfiere auszunutzen. Bei der mangelhaften Dichtigkeit der Gasballonhülle kann sich möglicher Weise in dem oberen Theil der direct unter ihr befindlichen Montgolfiere etwas Knallgas gebildet haben. Ein Funke genügte unter solchen Umständen, die Entzündung herbeizuführen und die Aufzehrung des Gases nach oben heraus in kurzer Zeit zu vollenden. Es ist sonst nicht gut erklärlich, wie das Gas aus dem nur fussbreiten, runden Loch so schnell entwichen sein soll. Auch die Versengung und die Brandränder des Loches scheinen gewissermassen Beweise hierfür zu liefern. Pilâtre de Rozier und Romain waren die ersten Opfer, welche die Luftschiffahrt forderte. Pilâtre war ein geborener Lothringer aus Metz.

Dieser Unglücksfall übte eine starke Rückwirkung auf Aller Gemüther aus. Die Sympathien, welche man A[illegible] hegte, schienen jetzt, wo die Gefährlic[illegible] getreten war, vollkommen zu verschwin[illegible]

laut, man sollte derartige Versuche künftighin überhaupt verbieten. Der ferneren Entwickelung der Aëronautik in Frankreich wurde mit diesem Unglück gewissermassen ein Riegel vorgeschoben. Als Nachzügler in der Reihe der schaffenden Aëronauten müssen wir noch Testu-Brissy erwähnen, welcher am 18. Juni 1786 vom Luxemburger Garten aus seine erste Fahrt machte. Er hatte einen Wasserstoffgasballon von ca. 9 m (27') Durchmesser und dessen Gondel mit zwei von ihm erfundenen Scheibenrudern zur Lenkung versehen (Fig. 9). Der kleine Ballon ging um 4 Uhr 51 Minuten ab, hatte dabei nur wenig Auftrieb, was Testu Brissy durch die nicht völlige Reinheit des aus Javel bezogenen Gases erklärte. Er senkte sich nach seinem Bericht um 5 Uhr 26 Minuten mit Hilfe seiner Scheibenruder auf die Ebene von Montmorency herab. Die Leute liefen alle neugierig herbei und richteten auf dem bebauten Felde dadurch grossen Schaden an. Infolge dessen wollte der Eigenthümer des Feldes den Luftschiffer unter Beihilfe des Ortsvorstandes nicht ohne Schadenersatz wieder loslassen. Schliesslich gelang es ihm, durch Bitten und Drohungen loszukommen, nachdem man zuvor ihn tüchtig ausgeplündert und seine Ruder zerbrochen hatte. Um 6 Uhr 45 Minuten liess er sich wieder bei der Abtei von Royaumont ziemlich tief herab. Ein Auswerfen von Ballast brachte ihn wieder in höhere Regionen. Um 8 Uhr landete er dann zwischen Ecouen und Wariville, um sich des zerbrochenen Ruderwerks zu entledigen und dafür Ballast einzunehmen. Er fuhr nun trotz der hereinbrechenden Nacht wieder auf und will in Gewitterwolken eigenthümliche elektrische Beobachtungen gemacht haben. An einer an der Gondel befindlichen eisernen Spitze will er den Ausgleich der Elektricität in Gestalt einer Feuergarbe oder eines Funkens, je nachdem er in positiv oder negativ geladene Wolken kam, bemerkt haben. Er landete um $5^3/_4$ Uhr im Dorfe Camprein bei Breteuil. Testu Brissy's Niederfahrten waren Folgen des Nachlassens

Fig. 9.



der Tragkraft seines kleinen Aërostaten. Er hat überall, wo er hernach wieder aufstieg, das Gewicht seiner Maschine erleichtern müssen. Die Luftschifffahrt geht nun vorläufig in die Hand speculativer Köpfe über, welche daraus ein Gewerbe machen. Die ferneren Versuche aber, das Problem der Lenkbarkeit zu lösen, erhalten immer mehr einen internationalen Charakter, indem bei der Seltenheit der darin gemachten Experimente jedes Folgende sich auf die Erfahrungen des Vorhergehenden zu stützen sucht. Wir werden diese deshalb in einem besonderen Capitel möglichst ausführlich besprechen. Was aber Nutzen bringen kann, bricht sich immer wieder Bahn. Wir können es daher mit Freuden begrüssen, dass in unserer Zeit die Aëronautik wieder einen mächtigen Aufschwung genommen hat, der ebenfalls von Frankreich ausgegangen ist, diesmal aber, unter günstigeren Verhältnissen, hoffentlich zum besseren Gedeihen der Sache beitragen wird.

Kapitel III.

Die Entwicklung der Luftschifffahrt in Italien.[1])

Italien nimmt nächst Frankreich in der Entwickelung der Aëronautik in der ersten Zeit die hervorragendste Stelle ein. Auch hier fing man zunächst mit kleinen Ballons an. So wird uns von einem berichtet, welchen die Ritter Lamanon und Nappion und Doctor Bonvoisin am 11. December 1783 in Turin aufsteigen liessen. Es war ein kleiner Gasballon von ca. 1 m Höhe und $^2/_3$ m Durchmesser. Die Füllung hatte das Besondere, dass das Gas zunächst in geeignete Schläuche gefüllt, aufbewahrt und aus diesen dann erst in den Ballon hineingelassen wurde. Bei dem Aufsteigen des Ballons konnten die italienischen Gelehrten die Beobachtung machen, dass die Luftströmungen in den verschiedenen Höhen abwechselnde waren.

Am 25. Februar 1784 des nächsten Jahres fand dann zu Mailand die erste Auffahrt von Personen statt. Ritter Don Paolo Andreani hatte mit Hilfe der beiden Mechaniker Gerli eine grosse Montgolfiere (Fig. 10) erbaut, welche im Vergleich mit den damaligen französischen Maschinen viel Abweichendes und Interessantes bietet. Der Ballon, aus starkem, dichtem Stoff (sogenanntes tela rovana) gefertigt, hatte die Form eines Eies von 22 m Höhe. Um einem Platzen desselben mehr vorzubeugen,

---

1) Hauptsächlich benutzte Quellen:
Julien Turgan, Die Luftballone, übersetzt v. Frhrn. v. Biedenfeld, Weimar 1823.
Geschichte d. Luftschwimmkunst von M. Zachariae. Leipzig 1823.

war er mit einem festen quadratischen Netz umgeben, welches nach unten zu in einen Tauring auslief. Von diesem letzteren gingen Taue nach einem Ring herunter, an dem tief unter dem Ballon hängend, die Galerie befestigt war. Innerlich war ungefähr in der Mitte der Maschine ein hölzerner Reif. Ein eben solcher von 5 m Durchmesser befand sich auch an der unteren Oeffnung. Der obere Pol bildete eine Art Krone aus Holz, welche zum Aufhängen der Maschine mit einem eisernen Ringe versehen war. An dieser Krone waren auch die Meridiane des Quadratnetzes befestigt. Die quadratischen Maschen waren oben durch schwächere Diagonalleinen noch widerstandsfähiger gemacht. Die kupferne Gluthpfanne von 2 m Durchmesser wurde durch 4 am Ballonring festgemachte Eisenstangen getragen. Die Galerie war ein cylinderförmiger Korb aus Holzgeflecht und Seilwerk. Er hing so tief unter der Gluthpfanne, dass man diese immer noch bequem bedienen konnte und dabei nicht zu sehr unter der Hitze litt.

Fig.10.



Die fertig gebaute Maschine wurde im Geheimen auf einen Landsitz Andreani's, Moncucco, zwei Meilen von der Stadt, gebracht. Hier wurden zunächst zwei erfolglose Versuche gemacht. Die Maschine war zwar in 15 Minuten aufgeblasen, trug jedoch nicht das angehängte Gewicht. Man hatte zur Feuerung anfangs trockenes Holz verwendet; am 25. Mittags wiederholte man den Versuch mit anderen Feuerungsmaterialien und erzielte bessere Resultate. Der Auftrieb wurde so stark, dass Andreani und die beiden Brüder Gerli in den Korb hineinstiegen und den Befehl zum Loslassen ertheilten. Die Montgolfiere stieg sehr langsam auf und die kühnen Luftschiffer liefen Gefahr die umliegenden Häuser anzufahren. Eine noch rechtzeitige Vermehrung der Gluth brachte sie indess glücklich über dies Hinderniss hinweg. Infolge dessen stieg der Aërostat auch höher, sodass er von Mailand aus gesehen

werden konnte. Die Reisenden senkten sich aber bald herab, um wenige Kilometer von ihrem Auffahrtsorte zu landen. Bemerkenswerth ist es, dass diese Montgolfiere ganz im Gegensatze zu den französischen durchaus keinen Schaden gelitten hatte. Die kurze Dauer und jedenfalls auch sehr geringe Höhe der Fahrt dürfte allerdings etwas zu diesem günstigen Umstande beigetragen haben. In jener Zeit scheint Italien einen sehr regen Antheil an der Fortentwickelung der Luftschifffahrt genommen zu haben, denn es existirte damals auch eine bezügliche Fachzeitschrift unter dem Titel: „Giornale Aërostatico". Diese wurde in Mailand gedruckt, scheint aber, vielleicht infolge Mangels an Abonnenten, bald wieder verschwunden zu sein.

Andreani machte dann am 13. März seine zweite Reise mit noch zwei anderen Personen. Bei dieser soll er eine Höhe von 1400 m erreicht haben und sieben Meilen von Moncucco gelandet sein.

Obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass die aërostatischen Versuche auch fernerhin in Italien fortgesetzt wurden, so müssen wir hier doch ein grösseres Vacuum eintreten lassen, weil die italienischen Chroniken, welche uns vielleicht hierüber Auskunft geben können, uns nicht zur Verfügung gestellt werden konnten. Der nächste sehr interessante italienische Versuch fällt daher in das Jahr 1803.

Graf Zambeccari, ein ehemaliger Marineoffizier, hatte bereits 1785 in London einen aërostatischen Versuch unternommen und schien auch zur Zeit viel mit seinem Landsmann Lunardi, welcher dort als erster Luftschiffer aufstieg, zu verkehren. Er trat dann in russische Dienste und wurde im Jahre 1787 von den Türken gefangen genommen. In der Oede des Gefängnisses zu Konstantinopel beschäftigte er sich nun sehr viel mit Aërostatik. Vor Allem lag ihm der Gedanke Pilâtre de Rozier's im Sinn, die Chaliere mit der Montgolfiere zu vereinigen und durch beliebiges Steigen und Fallen ohne Ballast und Gasverlust die günstigen Luftströmungen für die Fahrt aufzusuchen. Um dies möglichst ungefährlich und leicht zu erreichen, dachte er, eine Spirituslampe mit mehreren Flammen, wie sie 1785 bereits der deutsche Gelehrte Nepomuk von Laicharding aus Innsbruck vorgeschlagen hatte, anzuwenden. Nach seiner Befreiung begab sich Zambeccari zunächst wieder nach England, in der Hoffnung, hier die nöthige pecuniäre Unterstützug für seine Ideen zu finden. Versuche, die er hier 1791 machte, sind ihrem Erfolge nach nicht bekannt geworden. Mit enttäuschten Hoffnungen wandte er sich aber bald an seine Heimath und fand auch durch

Vermittlung seiner Freunde die nöthige Unterstützung seitens der Akademie der Wissenschaften zu Bologna. Im Auftrage dieser baute er hier eine sehr interessante Roziere. Der kugelförmige Gasballon derselben hatte 13 m (39′ 9″) Durchmesser. An seinem unteren Drittel befanden sich einander gegenüber zwei Schläuche zum Füllen mit Gas (gleichwie bei Lunardi's erstem Ballon). Den oberen Theil umgab ein starkes Netz von 128 Maschen. Von der Mitte aus verminderte sich diese Maschenzahl in vier Reihen so, dass das Netz in 16 Auslaufleinen endigte. Letztere waren an einem Ring von ca. 1,5 m (4,5′) Durchmesser befestigt. In dem Raum zwischen Ring und Gasballon befand sich in Form eines abgestumpften Kegels die Montgolfiere. Sie bestand aus Seidenzeug, war 5 m (15,9′) hoch und hatte oben $7\frac{1}{2}$ m (22,6′) Durchmesser. Von einem Flaschenzuge unten am Ballon ging durch die Montgolfiere eine Kette, welche eine an drei Armen hängende kleine Weingeistlampe trug. Letztere war ringförmig von $\frac{1}{3}$ m (1′) innerem Durchmesser und hatte 32 Klappen, welche die Deckel zu ebenso vielen Flammen waren. Sie fasste 24 Pfund Weingeist und konnte beliebig herauf und herabgezogen werden. Am Ringe hing unter der Montgolfiere die Galerie für den Luftschiffer. Diese bestand aus drei starken Reifen aus Buchenholz, die durch 16 gleichweit entfernte Stricke an einander befestigt waren. Der unterste trug als Boden ein Gitter von zolldicken Stäben. In seiner Mitte befand sich noch ein concentrischer kleiner Ring von ca. $\frac{1}{2}$ m (21″) Durchmesser, welcher als Eintrittsöffnung diente und mit einem Netz bedeckt wurde. Zur horizontalen Fortbewegung war die Galerie noch mit zwei Wendeflügeln ausgerüstet von 2 m (6,5′) Länge und $1\frac{2}{3}$ qm (15 Cubikfuss) Fläche, wie sie bis zur Zeit noch von Niemand angewendet worden waren. Die Gewichte der Roziere waren nach Zambeccari folgende:

Der Gasballon nebst Schläuchen zum Füllen . . .	125	Pfund.
Die Montgolfiere	33	"
Netz und Stricke	40	"
Galerie mit Stricken und Netz	85	"
Kette und Flaschenzug	24	"
Zwei Wendeflügel nebst Zubehör	14	"
Instrumente und Geräthschaften	252	"
45 Maass Weingeist nebst Flaschen	69	"
Lebensmittel sammt Gefässen	120	"
3—4 Luftschiffer	722	"
Ballast	500	"
Summa	1984	Pfund.

Die Tragfähigkeit berechnete Zambeccari auf 2012 Pfund. Ueber die tragische erste Fahrt dieser Maschine wollen wir den kühnen Luftschiffer selbst reden lassen, wie es Kotzebue in seinen „Erinnerungen von einer Reise aus Liefland, Rom und Neapel", Theil III, S. 358 ff., aufnotirt hat: „Ich verfertigte eine Maschine, die mir nach Wunsch gerieth, und bestimmte meine Auffahrt auf den 4. September 1803. Hindernisse und Strapazen aller Art hatten mich sehr ermüdet, meine Hoffnung schwankte. Dennoch verliess ich mich auf einige Freunde und liess am 3. September die Maschine auf den bestimmten Platz bringen. Mein Bruder sollte mich benachrichtigen, sobald Alles bereit wäre, indessen ich mich zu Hause noch durch nothwendige Ruhe erquicken wollte. Ich konnte nicht schlafen, und da gegen 6 Uhr Morgens noch immer Niemand kam, mich abzurufen, so trieb mich die Ungeduld heraus. Nichts war fertig, Alles nur halb gethan, ein grosser Theil der Vitriolsäure umsonst verschwendet. Die Feuchtigkeit der Nacht und die darauf folgende Sonnenhitze hatten dergestalt auf den Firniss gewirkt, dass das Netz sich fest an den Ballon geleimt hatte. Es auf der Stelle davon loszumachen, war unmöglich; ich habe nachher drei Tage dazu gebraucht und trotz aller Vorsicht nicht vermeiden können, dass beim Ablösen nicht 1000 Risse und Löcher entstanden wären. Ich musste das Experiment aufschieben bis zum 5. October. Aber meine Casse war erschöpft, ich konnte diesen Aufwand nicht zum zweiten Male bestreiten; kein Freund kam mir zu Hilfe. Das Gouvernement war endlich so grossmüthig, mir nochmals 1000 Skudi vorzuschiessen (er hatte bereits 8000 Lire erhalten) doch nur gegen einen Wechsel auf meine Einkünfte, der nachher gerade zu der Zeit, als der Chirurgus mir in Venedig die Finger von der linken Hand lösete, mit aller Strenge in Bologna eincassirt und meiner Familie ihr einziger Unterhalt geraubt wurde.

„Ich war nun dem Publikum gleichsam verschuldet und konnte das versprochene Schauspiel nicht länger aufschieben, als die Reparatur meiner Maschine Zeit erforderte. Aber am 5. und 6. October regnete es so anhaltend, dass ein abermaliger Aufschub unvermeidlich war. Endlich am 7. schien das Wetter sich ein Wenig aufzuklären; zwar war die Unbeständigkeit desselben vorauszusehen, aber die Unwissenheit, der Fanatismus zwangen mich, den Aufflug zu wagen gegen alle von mir selber aufgestellten Grundsätze. Die Zubereitungen erforderten wenigstens 12 Stunden; dennoch hatte ich nicht früher als um 1 Uhr Nachmittags den Anfang damit machen können, folglich war es dunkel, ehe ich zur Hälfte vollendet hatte, und ich sah mich bereits um die gehofften Früchte

meines Experimentes betrogen. Nur fünf junge Leute halfen mir; acht andere, die ich gleichfalls unterwiesen und die ihren Beistand versprochen hatten, waren mir abwendig gemacht worden und blieben aus. Das und die üble Witterung waren Schuld, dass die aufsteigende Kraft des Balls nicht in dem Maasse zunahm, als man nach dem Verbrauch von Materialien hätte erwarten sollen. Jetzt wurde es düster in meinem Sinn. Achttausend Scudi gab ich verloren — und sie sind es wirklich — mir blieb nur die Ehre noch zu verlieren. Mit erschöpften Kräften, ohne den ganzen Tag einen Bissen gegessen zu haben, Galle auf den Lippen, Verzweiflung im Herzen, so stieg ich um Mitternacht hinaus zu den Wolken, ohne eine andere Hoffnung als die, dass der Ball, der durch das viele Hin- und Herschleppen bereits viel gelitten hatte, mich nicht weit tragen würde. Andreoli und Grassetti waren meine Begleiter. Anfangs wollte ich am Anker herumschweben bis es Tag würde. Als ich aber merkte, dass der Ball eine Neigung zum Niedersteigen verrieth, vermuthete ich, er habe bereits von der brennbaren Luft verloren, da die schon erwähnte Beschädigung durch das Zusammenleimen des Firnisses unmöglich ohne alle bleibenden Folgen hatte ausgebessert werden können. Um so eher schmeichelte ich mir, nahe bei Bologna ohne Gefahr wieder herabzusteigen. Wir schwebten langsam aufwärts und blieben lange Zeit über der Stadt. Plötzlich aber erhoben wir uns mit grosser Schnelligkeit und ein Südwestwind brachte uns den Zuschauern in einem Augenblick aus dem Gesicht. Die Lampe, welche bestimmt war die aufsteigende Kraft zu vermehren, wurde fürs Erste gar nicht gebraucht. Die Bemerkungen am Barometer u. s. w. konnten beim schwachen Schein einer Laterne nur sehr unvollkommen angestellt werden. Die fürchterliche Kälte in der Höhe, in welcher wir uns befanden, meine Nüchternheit seit mehr als 24 Stunden und der Kummer, der meine Seele belastete, alles das zusammen genommen bewirkte, dass ich ohnmächtig wurde und in eine Art von Todtenschlaf auf die Galerie hinsank. Meinem Gefährten Grassetti ging es ebenso; nur Andreoli blieb munter und frisch, vielleicht weil er gut gegessen und brav Rum dazu getrunken hatte. Zwar litt auch er viel von der schrecklichen Kälte, aber er that doch, was möglich war, um mich zu erwecken. Auch gelang es ihm endlich, mich auf die Beine zu bringen, nur meine Sinne blieben verworren und ich fragte ihn wie im Traume: was es Neues gebe und wohin wir gingen, wie viel die Glocke geschlagen und woher der Wind wehe u. s. w. Es war damals 2 Uhr. Die Magnetnadel berührte den Boden und war uns folglich ganz unnütz; das Wachslicht

in der Laterne konnte in einer so sehr verdünnten Luft nicht brennen, loderte immer schwächer und verlosch endlich ganz. Wir senkten uns in eine dicke Schicht weisslicher Wolken herab und als wir hindurch waren, hörte Andreoli ein kaum vernehmbares Geräusch, welches er bald für das ferne Brechen der Wellen an der Küste erkannte. Er rief mir diese schreckliche Neuigkeit sogleich zu. Ich horchte und überzeugte mich selber davon. Das Licht musste schnell wieder angezündet werden, um am Barometer zu erkennen, in welcher Höhe wir uns befänden, um danach unsere Massregeln zu nehmen. Durch heftiges Schütteln wurde auch Grassetti ein wenig munter. Andreoli zerbrach fünf phosphorische Lichter nach einander, doch keines wollte brennen. Mit grosser Mühe gelang es uns endlich, durch Hilfe des Feuerzeugs die Laterne wieder anzuzünden. Es war $^1/_2$3 Uhr. Das Geräusch der brechenden Wellen näherte sich immer mehr und bald erkannte ich sogar die Oberfläche des heftig bewegten Meeres. Schnell ergriff ich einen Sack mit Ballast, um ihn hineinzuschleudern, aber in demselben Augenblick stürzte schon die Galerie ins Meer und wir standen sämmtlich im Wasser. Im ersten Schrecken warfen wir Alles von uns, was die Maschine erleichtern konnte, unsern Ballast, alle Instrumente, einen Theil unserer Kleidung, unser Geld, auch die Ruder, deren eines ohnehin nicht weit von Bologna zerbrochen war. Da trotz alledem der Ball sich noch immer nicht wieder erheben wollte, so schleuderten wir endlich auch die Lampe ins Meer und schnitten und brachen ab, was nur immer entbehrlich schien. Auf einmal riss die Maschine sich wieder mit grosser Gewalt empor und so sehr erleichtert trug sie uns im Moment zu einer solchen Höhe, dass unser lautestes Sprechen und Rufen ganz wie aus weiter Ferne zu kommen schien. Mir wurde sehr übel, ich musste mich übergeben, und Grassetti lief das Blut aus der Nase; uns beiden wurde das Athemholen sehr beschwerlich. Da wir ganz durchnässt in diese hohen Regionen geführt wurden, so überzog uns der Frost sogleich mit einer Eisrinde. Wie es zuging, weiss ich nicht, dass der Mond, der damals im letzten Viertel war, in einer Parallellinie mit uns stand und uns allen Dreien blutroth schien. Wohl $^1/_2$ Stunde lang durchzogen wir diese unermessliche Höhe, dann fing die Maschine wiederum an, sich langsam herabzusenken; sie wurde gleichsam auf die Oberfläche des Wassers sanft niedergelegt. Alle Zufälle und Phänomen hörten auf sowie wir niederschwebten. Es war etwas über 3 Uhr. In welcher Entfernung vom festen Lande der Ball ins Meer fiel, lässt sich nicht bestimmen; die Nacht war zu finster,

die See zu stürmisch, und wir selber nicht im Stande, Beobachtungen anzustellen. Wir mochten ohngefähr in der Mitte des adriatischen Meeres sein und zwar in der Richtung von Rimini. Trotz des sanften Fallens tauchte dennoch die Galerie unter, wir standen bis an den halben Leib im Wasser, oft wurden wir auch ganz von den Wellen bedeckt. Da der Ball zur Hälfte erschlafft war, so konnte der Wind sich darin fangen wie in einem Segel, und so wurden wir mehrere Stunden lang durch die stürmischen Wellen geschleift. Bei Tagesanbruch befanden wir uns etwa 4 Meilen von der Küste von Pesaro, die wir erkannten. Schon schmeichelten wir uns glücklich dort anzulanden, als plötzlich ein scharfer Landwind uns zurück auf das hohe Meer warf. Es war nun völlig Tag geworden und wir sahen rings um uns her nichts als Wasser, Himmel und unvermeidlichen Tod. Zwar wollte unser Glücksstern, dass uns mehrere Schiffe begegneten: aber sobald sie von ferne den leuchtenden Ball erblickten, geriethen sie in Furcht und steuerten weit von uns ab. Es blieb uns also keine andere Hoffnung, als die gegenüberliegende Küste von Dalmatien zu erreichen; diese Hoffnung war natürlich sehr gering und wahrscheinlich würden wir endlich von den Wellen verschlungen worden sein, wenn nicht zu unserer Rettung ein Schiffer erschienen wäre, der, unterrichteter als die übrigen Entflohenen, den Ball für das erkannte, was er war, und sein Boot schnell zu Hilfe sandte. Die Matrosen befestigten dasselbe durch ein starkes Seil an die Galerie, und mit grosser Mühe wurden wir drei Kraftlosen hineingezogen. Sobald die Maschine sich so erleichtert fühlte, strebte sie von Neuem in die Höhe; vergebens strengten die Matrosen alle Kräfte an, sie nach sich zu ziehen. Das Boot wurde stark bewegt, ihnen selber drohte Gefahr, sie eilten daher, das Seil zu kappen, und augenblicklich stieg der Ballon unglaublich schnell in die Wolken, und verschwand aus unseren Blicken. Es war 8 Uhr Morgens, als wir an Bord des Schiffes kamen. Grassetti war dem Tode nahe, kaum gab er noch ein Lebenszeichen von sich. Mir selber waren die Hände verstümmelt, Frost, Hunger, Angst hatten mich gänzlich erschöpft. Der wackere Schiffer that, was er konnte uns zu erquicken. Er führte uns glücklich in den Hafen von Verada, von wo wir nach Pola gebracht wurden, wo man uns gastfreundlich aufnahm und ein geschickter Arzt meine Hände operirte."

Aus diesem Berichte ist zu ersehen, wie Zambeccari seinen eigentlichen Zweck nicht erreicht hatte. Es war lediglich eine unter ungünstigsten Verhältnissen unternommene Fahrt mit einem Gasballon. Es erscheint darum nichts natürlicher, als dass ein so thatkräftiger Mann

its danach strebte, möglichst bald wieder eine Luftschifffahrt auszuhren, bei welcher die Brauchbarkeit seiner Ideen probirt werden könnte. 1 nächsten Jahre gelang es ihm denn auch eine solche Fahrt zu erglichen [1]). Ueber den Hergang derselben geben wir hier den Ausg aus dem Bericht an die Akademie der Wissenschaften zu Bologna, ie ihn Kotzebue uns in seinen Reiseerinnerungen hinterlassen hat: m 21. August um Mitternacht verkündeten drei Kanonenschüsse den nfang des Versuchs. Der Ball wurde aus der Kirche delle Acque, o er verfertigt worden, nach der nahe gelegenen Wiese gebracht. Er tte 30 Bologneser Fuss im Durchschnitt, welche etwas über 35 Pariser ss ausmachen. Eine zirkelförmige Lampe mit Weingeist war anbracht, sie hatte ringsum 24 Löcher, sämmtlich mit Klappen versehen, n sie schnell zu öffnen oder zu verschliessen, je nachdem die Flämmen verlöschen oder sich wieder entzünden sollten. Das Gewicht der nzen Maschine sammt den beiden Reisenden und deren Geräthen beg 850 Bologneser Pfunde, wozu man noch so viel Ballast rechnen uss, als nöthig war, um die Maschine fast im Gleichgewicht zu erhalten, loch mit einem ganz kleinen Uebergewicht und folglich einer Neigung m Fallen. Um 3 Uhr Morgens wurde der Anfang mit dem Füllen macht. Aus 16 Tonnen, die im Kreise um zwei grosse mit Wasser füllte Kufen standen, entwickelte sich das Gas und stieg gereinigt in n Ball hinauf. Die Direction des chemischen Apparates war den iden Brüdern Dominico und Gartano Sgarzi anvertraut; durch re Geschicklichkeit und mit Hilfe der Herren Tartarini und Fratta ng dieses Geschäft schnell und glücklich von Statten.

Um $^1/_2$11 Uhr bestiegen Zambeccari und Andreoli die Gondel. ierst machten sie einen sehr merkwürdigen Versuch mit den Rudern. e warfen 25 Pfund aus und stiegen alsbald so hoch, als das 50 Fuss nge Seil erlaubte, welches den Ball noch hielt. In dieser Höhe begten sie die Ruder regelmässig, und siehe da, die Maschine folgte eichfalls ziemlich regelmässig in absteigender Richtung der Bewegung r Ruder, überwand also die Kraft von 25 Pfund. Einige wollten war noch zweifeln, dass wirklich die dazwischen tretende Kraft der uder gross genug sei, um jene aufsteigende Kraft zu überwältigen, sie einten, der Strick thue dabei das Beste. Da aber der Strick immer hlaffer wurde, je mehr der Ball sich zur Erde neigte und er dennoch

1) Relazione dell' esperienza aerostatica e seguita in Bologna li 22 Agosta 04 da'l come de Zambeccari.

den Rudern gehorchte, so verschwanden alle Zweifel. Jetzt wurde ein zweites Experiment gemacht.

„Die ausgeworfenen 25 Pfund wurden wieder eingenommen, und noch 5 Pfund darüber, dass folglich das ganze Gewicht die aufsteigende Kraft um 5 Pfund übertraf. Nicht mehr als zwei angezündete Flämmchen waren hinreichend den Ballon sichtbar anzuschwellen, und die so verdünnte Luft hob ihn langsam so hoch als des Strickes Länge erlaubte. Sobald aber durch die Klappe die Flämmchen wieder unwirksam gemacht wurden, wurde der Ball auch wiederum schlaffer und senkte sich langsam."

„Der dritte Versuch bestand im Anzünden von sechs Flämmchen deren Wirkung natürlich um so schneller war. Aber der Ball senkte sich nicht, als die Flämmchen ausgelöscht wurden, sondern erhielt sich ungefähr zwei Minuten in dieser Höhe. Hiernach trafen die Luftschiffer Anstalten zur Abfahrt. Sie hatten einige Pfunde Uebergewicht. Sie zündeten acht Flämmchen an und gaben um 10 Uhr 50 Minuten das Zeichen zur Abfahrt. Langsam stieg der Ballon in die Höhe. Das Wetter war windstill und schön. Sie fanden namentlich in den niederen Höhen verschiedene Luftströmungen. Dadurch wechselte ihr Ballon dreimal den Curs und blieb lange Zeit in der Nähe von Bologna. Dabei machte Zambeccari über seinen Apparat folgende lehrreiche Beobachtungen:

1) Ein Flämmchen mehr, hatte ein sofortiges Aufsteigen zur Folge. Das immerwährende Brennen einer gleichen Flammenzahl hielt den Ballon in gleicher Höhe.
2) Beim Löschen einer Flamme war die Wirkung des Fallens nicht so plötzlich. Es verging erst eine gewisse Zeit, bis der Ballon sich langsam senkte.
3) Sie hatten die Vertical-Bewegung vollkommen in der Hand und sie führten vor dem Publikum den Versuch aus, sich 160 m (500') auf die Erde herabzulassen und wieder zu steigen.

Als der Ballon sich um 1 Uhr über Capo d'Argine, sechs Meilen von Bologna befand, beschlossen die Reisenden sich herabzulassen und löschten deshalb die Lampen aus. „Als der Ball sich der Erde näherte, schwebte er über einem morastigen Boden, der den Luftschiffern ein nasses Reisfeld schien. Augenblicklich zündeten sie zwei Flämmchen an, hoben sich wieder, flogen über das Posthaus weg, und da sie wa 200 Schritte von da ein Feld gewahr wurden, wo keine Hindern zu befürchten waren, so liessen sie sich herab. Kaum hatte der An

sst als der Strick sich verwickelte und die Gondel einen Stoss er-
t, welcher den Ball so sehr auf die Seite neigte, dass der brennende
itus überlief.“ Es zeigt sich hierbei gleich der grosse Uebelstand
er Einrichtung, welcher später seinem Erfinder auch noch das Leben
stet hat. Die ganze Galerie stand bald in Flammen, denen durch
wiederholten Erschütterungen, welche der Ballon durch das Auf-
en auf den Erdboden erhielt, stets neue Nahrung zufloss. Das
r erreichte sogar eine Vorrathsflasche, die unter lautem Knall ex-
irte. Unter diesen Umständen erhielt der Ballon durch die Wärme
einen ganz bedeutenden Auftrieb, der schliesslich zum Losreissen
Maschine führte, nachdem Andreoli, am Ankertau herabkletternd,
Galerie verlassen hatte. Mit grosser Geschwindigkeit stieg nun
beccari allein aufwärts. Mit vieler Mühe gelang es ihm schliess-
des Feuers Herr zu werden. Er befand sich in einer bedeutenden
e über den Wolken, in der er die eisige Kälte an seinen verbrannten
den sehr schmerzvoll empfand. Der nur $^2/_3$ gefüllte Gasballon hatte
indess noch nicht vollkommen ausgedehnt und setzte ihn somit
r Sorge, dass er etwa platzen könnte. Gegen 2 Uhr Nachmittags
te sich der Ball allmählich und fiel wiederum in das adriatische
. Ueber diese schreckliche Situation berichtet uns Kotzebue: „Ein
der Galerie senkte sich in das Wasser, Zambeccari selber stand
n den halben Leib darin, hoffte jedoch das Ufer zu erreichen, oder
rettendes Fahrzeug anzutreffen. Er warf angstvoll seine Blicke um-
aber ach! nichts als Himmel und Wasser wurde er gewahr. Der
verliess ihn nicht, weit, meinte er, könne er nicht mehr von der
e sein; der Wind, der auf der See in entgegengesetzter Richtung
derjenigen blies, die er oben in der Luft gehabt hatte, werde ihn
bald dahin führen. Als er aber lange vergeblich wartete und
Küste am Horizont erschien, wollte er sich wenigstens gegen Er-
ung oder Schlaf durch Anklammern an einem Stricke sichern und
daher das Ankerseil nach sich, welches zu seiner Linken im Wasser
. Aber wie gross war sein Erstaunen, als er bemerkte, dass der
r im Grunde gefasst hatte und folglich den Ball verhinderte, fortzu-
en. Er sah augenblicklich die Nothwendigkeit ein das Seil zu kappen;
wie? womit? Er hatte kein Instrument dazu, er hatte nicht ein-
Hände zur Arbeit; die Rechte war ihm erfroren, die Linke ver-
melt. Die Noth machte ihn erfinderisch. Er zerbröckelte die Linse
Fernrohrs, welches er bei sich hatte, fasste das grosse Stück des-
n mit den Zähnen und fing an, das von Seide gedrehte Seil durch-

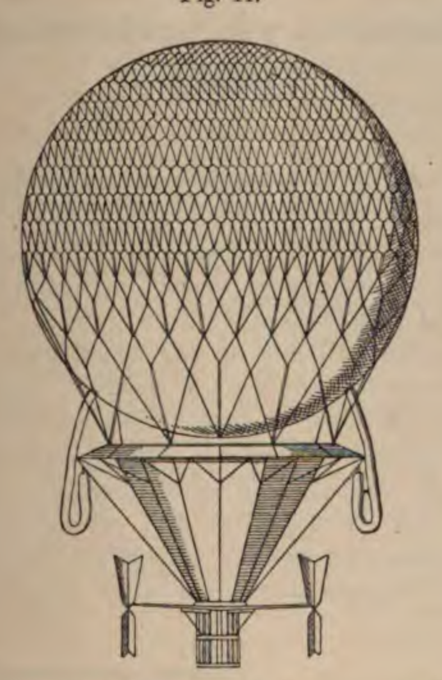
zufeilen, welches, da es durchweicht war, leichter nachgab. Endlich gelang es ihm, die Maschine wurde wieder flott, mit günstigem Winde und guten Hoffnungen trieb sie der italienischen Küste zu."

Von sieben Fischerbarken, die ihm begegneten, hatte schliesslich eine den Muth heranzukommen, um den Unglücklichen aufzunehmen. Der Ballon flog nach dieser Entlastung auf in Richtung auf die Türkei und verschwand. Der wackere Schiffer Antonio Malta aus Chioggia brachte Zambeccari zunächst nach Comachio und von da reiste er nach Bologna zurück. Er wurde überall mit Jubel empfangen und sein Einzug in der Stadt glich einem Triumphzuge. In den folgenden Jahren fanden nun weitere Auffahrten von geringerer Bedeutung statt. 1806 stieg Andreani wiederum mit Carlo Brioschi in Neapel. 1807 Andreoli allein zu Mailand und 1808 mit Brioschi zusammen in einer Roziere in Padua. Letztere Fahrt hatte insofern einen unglücklichen Ausgang, als der Gasballon in der Höhe platzte und die Maschine somit ziemlich schnell herunterkam. Die beiden Luftschiffer kamen glücklicherweise ohne besonderen Schaden davon. 1809 stieg Andreoli in Rom. Im Jahre 1811 besuchte Blanchard Italien und producirte sich in Mailand, Rom und Neapel. Endlich machte 1812 Zambeccari einen neuen Versuch, welcher leider den Tod dieses kühnen unerschrockenen Mannes zur Folge hatte. Auf einer Wiese bei Bologna sollte das Aufsteigen am 21. September vor sich gehen. Der Tag war jedenfalls etwas windig, denn schon beim Füllen erlitt der Ballon dreimal Beschädigungen, sodass er schliesslich nicht mehr genügend Auftrieb besass, um drei Reisende mitzunehmen. Es kam daher nur Bonago mit. Die Maschine wurde beim Loslassen sofort gegen einen Baum getrieben und der aus der Lampe herausfliessende Spiritus setzte gleich Alles in Brand. Bonago kletterte schnell auf den Baum. Er fiel, da er einen zu schwachen Zweig ergriffen hatte auf die Erde. Von etwas grösserer Höhe folgte alsbald auch Zambeccari. Infolge der vielen Brandwunden und jedenfalls auch innerlichen Verletzungen starb er aber den nächsten Tag in einem Alter von 50 Jahren.

Mit seinem Tode fand auch die fernere Ausbildung dieser von Pilâtre de Rozier angeregten Theorie ihr Grab. Diesbezügliche Projekte sind späterhin noch in grosser Zahl gemacht worden. Niemand hat sich aber gefunden, der sie ausführen wollte. Dass die Versuche Zambeccari's bei seiner zweiten Fahrt von Bologna günstige Resultate erzielt hatten, ist uns durch den Bericht der dortigen Akademie verbürgt (s. Kotzebue, Reiseberichte III, S. 370). Es wird darin auch besonders

vorgehoben, dass die Vereinigung von Wasserstoff- und Warmluft-llons vollkommen gefahrlos hergestellt werden könnte. Das ihm wider-rene Unglück kann sein Verdienst sowie den Werth seiner Erfindung ht herabsetzen. Es würde heute anders um die Aëronautik bestellt n, wenn in der Folgezeit ihr mehr derartige Männer beschieden worden ren. In demselben Jahre machte noch Marcheselli mehrere glück-ie Fahrten mit Ruderversuchen in Venedig und im folgenden Jahre in m. Auf seiner achten Fahrt verbrannte ihm der Ballon. Ob er dabei gekommen ist, haben wir nicht erfahren können.

Fig. 11.



Von Zambeccari's Gehilfen suchte Francesco Orlandi[1]) (Fig. 11) iter die Maschine zu verbessern, um derartigen Unglücksfällen künftighin rzubeugen. Die Verbesserung bestand hauptsächlich in der Aufhängung r Spirituslampe in einem cardanischen Gehänge und einer Einrichtung t Löschflüssigkeit daran, die automatisch wirken sollte, sobald Spiritus

1) Descrizione della Macchina aerostatica, costrutta da Francesco Orlandi Bologna. Milano 1827.

überlief. Ebenso regulirte sich der Zufluss des Spiritus von selbst. Ferner brachte er an der Montgolfiere noch einen Fallschirm an und schliesslich in der Gondel eine kleine Winde mit einem Gewicht von 50 Pfund an einer Seidenschnur, welches vor dem Landen herabgelassen wurde, um den Aufprall zu vermindern. Im übrigen ist der Aërostat dem von Zambeccari gleich. Ueber die Auffahrten, die zur Zeit und später stattgefunden haben, geht aus der von Orlandi verfassten Broschüre über seine Maschine nichts Näheres hervor. Die Entwicklungsgeschichte der Aëronautik in Italien hat hiermit ihr Ende erreicht. In späteren Jahren ist hier niemals wieder etwas Bedeutendes darin geleistet worden.

Kapitel III.

Die Entwicklung der Luftschifffahrt in England.[1])

Es ist sonderbar, dass in einem Lande, wo man selbst auf Grund wissenschaftlicher Versuche der Erfindung der aërostatischen Maschine so nahe stand, erst fünf Monate nach dem Experiment Montgolfier's zu Annonay zu einem gleichen Versuch geschritten wurde. Ein Italiener, Graf Zambeccari machte, da er sich zufällig in London befand, im November 1783 einen Ballon von ca. 3 m Durchmesser aus gefirnisster Seide. Dieser wurde, einerseits des schönen Aussehens wegen, andererseits auch zur Erhöhung der Dichtigkeit des Stoffes vergoldet. Einige Tage wurde der kleine Ballon öffentlich in London ausgestellt. Am 25. endlich um 1 Uhr Nachmittags liess man ihn in Gegenwart einer zahlreichen Menschenmenge vom Artilleriegrund aus steigen, nachdem man zuvor noch eine Blechkapsel mit der Anweisung der Adresse an den glücklichen Finder, wo er ihn wieder abzugeben hätte, daran be-

---

1) Hauptsächlich benutzte Quellen:

Astra Castra, Experiments and adventures in the atmosphere by Hatton Turnor. London 1865.

M. Garnerin, Aeronautica. London.

Vincent Lunardi, Account on the first Aërial Voyage in England. London 1784.

Vincent Lunardi, The Account of five Aérial Voyages in Scotland. London 1786.

Tiberius Cavallo, History and Practice of Aerostation, London 1785.

Dupuis Delcourt, Nouveau Manuel complet d'Aérostation. Paris 1850.

Zeitschrift d. deutschen Vereins z. Förderung der Luftschifffahrt.

festigt hatte. Nach $2^1/_2$ Stunden wurde er zu Graffam, nahe Petworth in Sussex, gefunden, 48 engl. Meilen von London.

Der nächste derartige Versuch fand am 22. Februar 1784 zu Sandwich in Kent statt. Um $^1/_2$1 Uhr liess man hier einen Ballon von ca. $1^1/_2$ m Durchmesser über die See nach dem Continent hin treiben. Um 3 Uhr wurde er bei Warneton in Französisch-Flandern gefunden und der beigefügten Bitte gemäss mit Verzeichniss der Daten alsbald seinen Besitzern zurückgestellt. Die kürzeste Entfernung zwischen Sandwich und Warneton beträgt $74^1/_2$ engl. Meilen.

Bald darauf wurde dann auch der Königlichen Familie durch einen Edelmann, Herrn Argand aus Genf, das Schauspiel eines Aërostaten zu Windsor geboten.

Der erste Luftschiffer Englands war Tytler[1]. Im Monat August begann er im Comely-Garten zu Edinburg seine Versuche mit einer grossen Montgolfiere. Die ersten scheiterten an einem zu windigen Wetter. Die immerwährenden Wiederholungen des Aufblähens nahmen die Dichtigkeit und Haltbarkeit des Stoffes sehr in Anspruch und führten auch schliesslich den Brand der Galerie herbei. Tytler sah sich deshalb veranlasst, den Ballon noch mit einem Firniss zu überziehen und die hierdurch entstehende Gewichtszunahme durch Abschneiden der halbzerstörten Galerie zu compensiren. Er wollte dann den Ballon unten stark erhitzen und sich schliesslich an einem Tau unten anbinden. Dieses Manöver führte er auch am 9. August aus. Beinahe eine Stunde lang liess er das Feuer unter der Montgolfiere brennen, bis er mit derselben aufstieg. Die Fahrt ging aber nicht sehr hoch und währte auch nur sehr kurze Zeit, indem er ca. 150 m vom Auffahrtsorte niederkam. Dabei war der Aufprall heftiger als Tytler sich vorgestellt hatte. Am 27. August wiederholte er diesen Versuch mit mehr Vorsicht, d. h. er liess die Maschine nicht so stark erhitzen, sodass er nur eben über die umliegenden Häuser und Bäume hinüberkam. In späterer Zeit hat er sich nicht mehr mit praktischen Versuchen beschäftigt, sondern vielmehr Lunardi in Gedichten verherrlicht. Es scheint, als ob er ein Haar in den Auffahrten gefunden habe.

Die erste Fahrt in London unternahm der Italiener Vincent Lunardi, Secretär der neapolitanischen Gesandtschaft.[2] Sein Ballon

---

1) Astra Castra. Turnor, p. 56.

2) Vincent Lunardi, Secretary of the Neapolitan Ambassador, Account on the first Aërial Voyage in England. London 1784.

r birnenförmig. Er hatte ca. 11 m Durchmesser und war aus bester firnisster Seide gefertigt. Die Bahnen waren des schöneren Aussehens gen abwechselnd blau und roth.

Zwei Drittel des Ballons wurden von einem starken Netze beckt, das in 45 Auslaufleinen endigte. Letztere befestigte Lunardi einem Reifen, an dem auch die Gondel hing. Ein Ventil besass der llon nicht, dagegen an Stelle desselben zur Befestigung des Netzes ne Krone, welche gleichzeitig zum Aufhängen des Aërostaten während r Füllung diente und zu diesem Zweck mit zwei grossen Griffen verhen war. Der Appendix, durch welchen das Gas eingeführt wurde, rde nach der Füllung zugebunden. Zwei einander gegenüber in der itte des Ballonkörpers angesetzte Schläuche hatten zum Aufblasen des llons mit Luft gedient, als derselbe im Arbeitsraum zur Ansicht ausstellt war. Bei der Gasfüllung waren diese bis zum Appendix herterhängenden Schläuche zugeknotet. Die Ursache dieser Einrichtung wohl in der Anwendung von Blasebälgen, welche nur so eine gegend bequeme und schnelle Füllung möglich machten.

Lunardi wollte gleich Blanchard in Paris einen lenkbaren llon schaffen. Zu dem Zwecke war die Gondel mit zwei Rudern d zwei Flügeln ausgerüstet. Mittelst dieser Werkzeuge hoffte er ne horizontale und ohne Gasverlust auch eine beliebige verticale wegung hervorbringen zu können. Die Ruder unterschieden sich n den Flügeln nur durch geringere Grösse. Beide hatten das sehen von Schneeschuhen, die mit Seide bespannt waren. Sie bessen aber Klappen, welche die Luft bei der Rückwärtsbewegung durchssen.

Am 15. September 1784, um 2 Uhr 5 Minuten, stieg Lunardi m Artilleriegrund aus vor einer zahlreichen Zuschauermenge auf. Er hm jedoch nur die Ruder mit und hatte sofort darin Unglück, dass n eines zerbrach. 20 Minuten nach 4 Uhr landete er auf einer iese zu Standon nahe bei Hertfordshire. Er behauptete, durch sein der den Niedergang bewerkstelligt zu haben. Wahrscheinlicher gegen ist es, dass die Undichtheit seiner Ballonhülle und der dadurch standene Gasverlust die Ursache desselben war. Er war auch hrend dieser Fahrt bereits einmal gelandet und nur durch das Auszen einer mitgenommenen Katze und Herauswerfen alles Ueberssigen wieder gestiegen.

Die nächste Luftreise machte der Franzose Blanchard mit dem

Professor Sheldon der Königlichen Akademie am 16. October.[1] Blanchard hatte die Luftschifffahrt gleich praktisch angefasst. Er betrieb sie sofort als Gewerbe und reiste somit in aller Herren Ländern umher. Die Auffahrt ging von Chelsea aus um 9 Minuten nach 12 Uhr von statten.

Blanchard setzte hierbei Sheldon ungefähr 14 englische Meilen von Chelsea aus und fuhr allein weiter, bis er zu Romsey in Hampshire, ca. 75 Meilen von London, landete. Seine Flügel sollen bei dieser Gelegenheit keinen Erfolg gezeigt haben. Blanchard erzählte, dass er in der erreichten Höhe Schwierigkeiten im Athmen gefunden habe, und dass eine freigelassene Taube sich immer wieder auf die Gondel gesetzt hätte.

Am 4. October stieg zu Oxford ein Kaufmann namens Sadler in einem Gasballon eigener Construction und Füllung. Capitain Turnor behauptet indess, dass ihn weder jemand aufsteigen noch fallen gesehen habe.[2]) Am 12. October soll er aber in der That aufgestiegen sein. Der Ballon war kurz vor 1 Uhr gefüllt und Sadler nahm in der Gondel Platz, welche am Netz des Ballons durch Leinen befestigt war. Der Ballon erhielt jedoch bald einen Riss und senkte sich, nachdem Sadler bereits seinen ganzen Ballast ausgeworfen hatte, bei Hortwell nahe Aylesbury nieder, ca. 14 Meilen von Oxford. Er hatte diese Strecke in 17 Minuten zurückgelegt.

Am 30. November unternahm Blanchard seine zweite Auffahrt in London zusammen mit einem amerikanischen Physikus Dr. Jeffries. Er stieg vom Rhedarium in der Parkstrasse um 2 Uhr auf. Dabei arbeitete er auch sehr emsig mit seinen Flügelrudern, ohne indess den geringsten Effect zu erzielen. Nachdem die Reisenden sehr schnell über London hinweg geflogen, kamen sie in der Gemeinde Stone, nahe der Temse, in Kent nieder, in einer Entfernung von 21 Meilen von London.

Im nächsten Jahre machte ein gewisser Harper in Birmingham mit den Ballonfahrten am 4. Januar 1785 den Anfang. Bei sehr schlechtem regnerischen Wetter stieg er vor einer trotzdem zahlreich versammelten Menge um $^3/_4$ 12 Uhr auf. Während nach seiner Abfahrt der Regen unten immer schrecklicher wurde, erfreute sich der kühne Luftschiffer über den Wolken des schönsten Sonnenwetters. Um 2 Uhr

---

1) Gentleman's Magazine, October 1784, p. 702.
2) Astra Castra.

ging er bei Millstone Green bei Newcastle in Staffordshire ca. 50 Meilen von Birmingham nieder.

Ein denkwürdiger Tag wurde für England der 7. Januar. Wir haben bereits gesehen, wie man von Sandwich aus einen kleinen Ballon hatte über den Canal fliegen lassen. An diesem Tage wollten aber Menschen das gefährliche Experiment zum ersten Male wagen. Blanchard fühlte sich zu etwas Ausserordentlichem getrieben, um die Blamage mit welcher er sich vor seinen Landsleuten bedeckt hatte, auszulöschen. Vom Ehrgeiz gestachelt, kündigte er bei günstigem Winde eine Fahrt über den Canal an. Es war ein Act der Tollkühnheit, über dessen Gefahren ihn nur seine vollkommne Unkenntniss über das Wesen der aëronautischen Maschine hinwegzusetzen vermochte. Die Auffahrt sollte in Dover stattfinden. Der 7. Januar war ein schöner heiterer Tag. Der Wind blies kaum merkbar aus Nordnordwest, als Blanchard mit Dr. Jeffries zusammen um 1 Uhr die Fahrt unternahm, nachdem er sich zuvor durch zwei Ballon-Piloten von der richtigen Windrichtung in den höheren Regionen überzeugt hatte. Es zeigte sich aber bald, dass der Ballon überlastet war und die Reisenden sahen sich sofort gezwungen, ihren Ballast bis auf drei Sack à 5 kg zu beschränken. Der Ballon stieg in Folge dessen unter langsamem Vorwärtskommen allmählich empor. Die Luftschiffer konnten sich einer entzückenden Aussicht erfreuen. Die Ruhe dieses Genusses wurde erst gestört, als sie nach einer halben Stunde merkten, dass der Ballon sich wieder senkte. Sie warfen schnell die Hälfte ihres Ballastes aus und waren somit für einen Moment weiterer Gefahr überhoben. Als sich diese Erscheinung nun wiederholte, warfen sie auch den letzten Rest des Ballastes aus und hiernach einige mitgenommene Bücher.

Die Lage wurde alsbald kritisch. Sie hatten über die Hälfte der Reise überstanden, aber auch bereits alle gebräuchlichen Hilfsmittel, um den Ballon in der Höhe zu halten, erschöpft. Es blieb also bei dem sich immerfort wiederholenden Fallen nun nichts anderes übrig, als Alles überhaupt Entbehrliche als Ballast anzusehen und in sparsamer Weise nach und nach über Bord zu werfen. Um $2^1/_2$ Uhr hatten sie Dreiviertel der Reise hinter sich und erblickten am Horizont die sehnsüchtigst erstrebte französische Küste. Im Angesichte dieser musste das stetig zunehmende Zusammenfallen der Ballonhülle einen sehr unangenehmen Eindruck auf die Luftreisenden gemacht haben. Blanchard hätte nun doch mit seinen so oft erprobten vorzüglichen Ruderflügeln sich in der Luft halten und der Küste zurudern sollen.

Nein, statt dessen brach er die ganzen Bewegungsapparate ab und warf ein Stück nach dem anderen ins Meer. Diese Thatsache charakterisirt diesen ungebildeten Reclamehelden vollständig. Er muss hiernach doch selbst die Ueberzeugung gewonnen haben, dass seine Organe durchaus keinen Effect erzielten, ausgenommen den, ein leichtgläubiges, neugieriges Publikum zu düpiren und bei diesem musste auch durch gelogene Zeitungsberichte der Glauben an den Erfolg der Ruder erhalten werden — des Gelderwerbes halber.

Es würde in der That auch heute besser um die Luftschifffahrt bestellt sein, hätte Blanchard nicht so viele gelehrige Schüler gefunden, die allerdings trotz ihrer Vollkommenheit im Reclamemachen nicht mehr Millionäre werden, weil das Publikum nicht mehr so leichtgläubig ist. Nachdem die Gondel alles Ueberflüssigen beraubt, warfen die Reisenden ihre Oberkleider über Bord; schliesslich bot sich Dr. Jeffries in seiner Verblendung über die Grösse Blanchard's, in eigner Person als Opfer an. Er wollte hinabspringen in die See, um Blanchard zu retten. Blanchard nahm dies natürlich nicht an, sondern dachte zunächst daran, die Gondel loszuschneiden und sich im Netzwerk des Ballons zu halten. Als er im Begriffe stand dies auszuführen, soll dann der Ballon plötzlich Auftrieb erhalten haben und schneller der Küste zugetrieben worden sein. Genau um 3 Uhr kamen sie auf der ersehnten Küste bei Calais an und stiegen in dem Walde von Guines nieder. Für Calais war dies Ereigniss die Veranlassung zu grossartigen Festen. Beide Reisende wurden hier beinahe göttlich verehrt; an der Landungsstelle errichtete man sogar eine Denksäule aus Marmor mit folgender Inschrift:

Regnante Ludovico XVI
Anno MDCCLXXXV.
Johannes Petrus Blanchard, Gallus
Comite Johanne Jefferies, Britanno.
Die VII mensis Januarii
Hora II postmeridiana
Ex arce Dubrensi
Machina aërostatica
In sublime evectus
Fretum Britanniam inter et Galliam
Primus superavit
Et post horas duas aërii cursus
Hoc in loco consedit.
Audaciam mirati novam
Cives Guisnenses hocce monumentum posuerunt.

Blanchard hatte wenigstens seinen Zweck erreicht. Er wurde t verherrlicht; der König liess ihn sich vorstellen und schenkte ihm)0 Livres baar und einen lebenslänglichen Gehalt in derselben Höhe. ch Dr. Jeffries sorgte durch Vorlesungen dafür, dass er allgemein gebührende Achtung finde. Nur Spötter nannten Blanchard den on Quixotte de la Manche".

Am 19. Januar fuhr Crosbie in Dublin in Irland zum ersten le auf. Sein Ballon muss sehr starken Auftrieb gehabt haben, denn wird berichtet, dass er sehr schnell aufstieg und nach $3^1/_2$ Minuten n Blicken der Nachschauenden enthwand. Da er jedoch nach der See ngetrieben wurde, öffnete er bald s Ventil und liess sich an der Küste eder.

Fig. 12.



Dupuis Delcourt[1]) erzählt uns rner von einem Dr. Potain, der urz nach Blanchard's Fahrt über n Kanal La Manche den Georgsanal passirt haben soll in einem allon mit einer verbesserten Fortewegungsmaschine. Er fügt auch ne Abbildung des Ballons bei (Fig. 12), elche wir hier wiedergeben. Danach heint Dr. Potain eine Art Windigelschraube, zwei Ruder und ein euer an seiner Gondel gehabt zu ben. Englische Historiker schreiben n diesem Versuche nichts, obwohl ihn unter ihren Luftschiffern des hres 1785 anführen. Wir möchten annehmen, dass Crosbie's Ballon einer zweiten Fahrt hierzu benutzt worden ist. Dupuis Delcourt eint aber schon deswegen in diesem Falle glaubwürdig, weil er ter Gelegenheit fand, Dr. Potain persönlich kennen zu lernen.

Am 23. März stieg dann in London wieder ein Italiener, der rch seine Thätigkeit um die Aëronautik wohlverdiente Graf Zamcari. Er machte die Fahrt zusammen mit einem Admiral E. Vern. Eine Dame, Miss Grice, welche sich ebenfalls an der Fahrt

1) Manuel d'Aérostation.

betheiligen wollte, musste, nachdem man ihr die Freude einer kleinen Captivfahrt hatte zu Theil werden lassen, wieder aussteigen, weil der Ballon nicht hinreichenden Auftrieb für drei Personen besass. Nach kaum einer Stunde wurde die Luftfahrt bei Horsham in Sussex, ungefähr 35 englische Meilen von London beendet. Die Niederfahrt war nicht ohne Gefahr. Das Ventil war schadhaft geworden und functionirte daher nicht. Die Reisenden sahen sich genöthigt, ein Loch in den Ballon zu schneiden, was alsbald ein sehr schnelles Fallen zur Folge hatte. Dabei kamen sie durch eine dichte, sehr kalte Wolke, die sie vollkommen mit Schnee bedeckte. Sie wollen ferner beobachtet haben, dass der Ballon sich beständig um seine Verticalachse drehte und das oft so schnell, dass er in 4 bis 5 Secunden eine Umdrehung machte.

Am 5. Mai stiegen in Moulsey-Hurst Sadler und William Windham, Parlamentsmitglied für Norwich. Sie wurden von einem sehr heftigen Südost sofort der See zugetrieben und suchten daher möglichst bald zu landen, was ihnen am Zusammenfluss der Themse und Medway, nicht ganz eine Meile vom Ufer, gelang. Während sie nun damit beschäftigt waren, ihre Instrumente zu bergen, liessen die den Ballon haltenden Landleute denselben plötzlich los. Er ging pfeilgeschwind hoch und auf die See hinaus, platzte dann und fiel langsam herab. Ein Schiff fischte ihn auf und brachte ihn seinen Eigenthümern zurück. Noch unglücklicher erging es Sadler, als er kurz danach mit dem ausgebesserten Ballon eine Fahrt von Manchester nach Pontefract unternahm. Der Wind blies an dem Tage so stark, dass er bei der Landung den Ballon nicht halten konnte und längere Zeit über den Boden schleifte, bis er endlich herausgeschleudert wurde. Der Ballon stieg allein hoch und verschwand. Man fand ihn später bei Gainsborough.

Ein merkwürdiges Ereigniss passirte Crosbie am 12. Mai in Dublin. Er kam mit seinem Ballon nicht über die Häuser hinaus und fiel plötzlich mit solcher Schnelligkeit herab, dass Alles um ihn besorgt war. In dem Moment, als er die Gondel verliess, sprang ein junger Mensch, Namens M'Guire, hinein und stieg plötzlich zum allgemeinen Erstaunen auf, indem er in Richtung auf Holyhead äusserst schnell nach dem Kanal getrieben wurde. Man folgte eiligst dem kühnen unbesonnenen Luftreisenden und sah, wie er mit dem Ballon in die See fiel. Schleunigst wurden Boote ausgesandt, welche den Verwegenen auch noch glücklicher Weise retten konnten.

Am 19. Juli, 20 Minuten nach 2 Uhr, stieg Crosbie wiederum in ublin, in der Absicht, den Kanal bei Holyhead zu überschiffen. Zu esem Zweck hatte er seinen Ballon besonders eingerichtet. Statt der nst üblichen Gondel nahm er nämlich einen runden Weidenkorb, an essen oberen Rand er eine grosse Zahl Blasen befestigt hatte, welche ihn im Falle eines Unglücks über Wasser halten sollten. Ausserdem nahm er sehr viel Ballast mit. Anfangs ging sein Curs westlich, dann änderte er ihn plötzlich nach Nordost, in Richtung nach Whitehaven. Er befand sich bald mitten zwischen Irland und England und erfreute sich hierbei des Genusses eines seltenen und schönen Anblicks. Dann stieg er in Höhen, wo ihm die mitgenommene Tinte fror und er heftiges Ohrensausen empfand. Als er sich wieder etwas herabliess, kam er in eine kalte nördlich gehende Luftströmung. Diese brachte ihn in einen Gewittersturm hinein, der seinen Ballon in die See trieb. Seine Bemühungen, durch Ballastauswerfen wieder hochzukommen, blieben vergebliche, der Sturmwind drückte ihn beständig nieder.

Er zog daher seine Korkjacke an und überliess sich seinem Schicksal. Einige Schiffe bemerkten ihn auch bald, versuchten jedoch vergeblich heranzukommen. Der Ballon als grosses Segel aufgebauscht, zog die Gondel blitzgeschwind über das Wasser hin. Endlich gelang es einer Barke, ihn abzufangen. Crosbie wurde somit gerettet und nach Dunleary gebracht.

Am 22. Juli ereignete sich noch ein ähnlicher Vorfall. Major Money stieg an diesem Tage zwanzig Minuten nach 4 Uhr Nachmittags auf. Eine ungünstige Luftströmung trieb ihn nach der See zu und ein Versuch, sich schnell vorher herabzulassen, misslang, weil das Ventil verhältnissmässig zu klein war. Nach einem 2 Stunden langen Umhertreiben über dem Meere fiel der Ballon langsam in die See hinein. Ein Schiff, welches in der Nähe zu erblicken war, kam nicht zur Hilfe herbei, und somit musste der unglückliche Major Money bis ½12 Nachts m Wasser treiben, wo den Entkräfteten ein Zollkutter entdeckte und ettete.

Ende August machte dann Blanchard von Lifle aus eine Aufhrt mit dem Chevalier de l'Epinard, welche als die bis dahin längste uftreise bemerkenswerth ist, denn sie fuhren nicht weniger als 300 engl. eilen weit. Blanchard machte dabei seine ersten Fallschirm-Verche, indem er einen Hund mittelst eines solchen herabliess.

Am 8. September stieg in Chester in Lunardi's Ballon Baldwin uf. Er kam 12 Meilen von Chester nahe bei Frodham nieder. Er er-

hob sich dann noch einmal und landete schliesslich zu Rixton Moss, fünf Meilen nordnordöstlich von Warington und 25 Meilen von Chester. Später veröffentlichte er seine während dieser Fahrt gemachten Beobachtungen.[1])

Lunardi selbst fuhr dann am 5. October zum ersten Male in Schottland auf. Er begann seine Fahrten in Edinburg von Heriot's Garten aus. Nach einer $1^1/_2$ stündigen Reise landete er bei Cupar in Fife, nachdem er 40 Meilen über See und 10 über Land zurückgelegt hatte. Er behauptet hierbei ca. 3700 m hoch gewesen zu sein.

Am 19. November stieg wieder Blanchard in Ghent. Diese Fahrt war wieder eine höchst gefahrvolle. Er musste schliesslich seine Gondel abschneiden, um den Ballon zu erleichtern. Die Landung erfolgte in Delft. Fernere Auffahrten Lunardi's in Schottland fanden demnächst in Glasgow statt. Am 25. November machte er von hier aus eine 125 Meilen weite Reise. Dabei will er von Müdigkeit überfallen, eine Zeit lang in der Gondel geschlafen haben.

Die nun folgende Zeit lässt immer mehr die allmähliche Herausbildung eines Luftschiffergewerbes erkennen. Die Leute von Wissen, Stand und Rang, welche sich für die Sache begeistert hatten und ihr einziges Streben in der Verbesserung des Materials zu erblicken suchten, traten immer mehr zurück gegen diejenigen, denen es genügte aufzufahren, um dem Publikum eine Schaustellung zu geben, die sich bezahlt machte. Nach Blanchard fuhr als solcher in England zunächst der Franzose Garnerin im Jahre 1802 mehrmals auf[2]). Seine erste Fahrt machte er am 28. Juni vom Ranelagh Garten aus zu London, zusammen mit Capitän Sowdon. Sie landeten 50 Meilen vom Auffahrtsplatze hinter Colchester. Es folgten noch fernere Versuche Garnerins am 3. Juli, wo er sich von Lord Crichet Ground aus in einem Fallschirm herabliess. Am 5. Juli stieg er von Marylebone aus auf und landete zu Chingford, 17 Meilen davon entfernt nach einer Viertelstunde. Ein neues Fallschirmexperiment machte er am 21. September.

Es würde zu weit führen, wollten wir diese vielen Fahrten alle im Einzelnen besprechen. Schon die Letzterwähnten dürften das Interesse des Lesers sehr ermüdet haben. Wir wollen daher die ferneren Auffahrten in einem besonderen Capitel kurz zusammenfassen und mit der

1) The Airopaida appeared 1785 by Thomas Baldwin Esq. A. 112.
2) Aeronautica or Voyages in the air by M. Garnerin. London.

Pause, welche die kriegerischen Ereignisse in Europa nunmehr in der Entwicklung der Aëronautik eintreten liessen, diesen Abschnitt beschliessen.

Auch die Hauptthelden dieser Epoche verliessen nach und nach ihren Schauplatz, um später weniger begeisterten Elementen Platz zu machen. Lunardi starb im Jahre 1806, während er sich gerade in Lissabon aufhielt. Blanchard starb 1809 am Schlagfluss, nachdem er 6 Auffahrten gemacht hatte.

Kapitel V.

Die Entwicklung der Luftschifffahrt in Deutschland.[1])

Die Kunde von den Ereignissen in Frankreich waren kaum na Deutschland gedrungen, als man auch hier allerorts sofort daran gi Versuche mit den verschiedenartigsten aërostatischen Maschinen im Klei vorzunehmen. Schon am 27. December 1783 sollte Berlin zum ers Male das schöne Schauspiel einer aërostatischen Maschine genies können. Professor Achard hatte einen kleinen Ballon von 1 m Dur messer aus Goldschlägerhaut verfertigt und liess diesen mit Wassers gefüllt vom Lustgarten aus fliegen. Er wendete sich, in schiefer Richt aufsteigend, zunächst der Domkirche zu, um dann über die Kön strasse die Richtung zwischen dem Schlesischen und Frankfurter Th einzuschlagen. Er soll dann weiter über Friedrichsfelde gegangen s Ueber seinen Verbleib ist nichts bekannt geworden. Einen zwe derartigen Ballon liess Achard von dem Garten des Fürsten Reuss am 2. Februar 1784 in Gegenwart Seiner Königlichen Hoheit des Prin Heinrich, des Prinzen Ferdinand und der Prinzessinnen des Königlic Hauses aufsteigen. Dieser hatte ca. $1^1/_2$ m Durchmesser.

---

1) Hauptsächlich benutzte Quellen:
Kramp, Geschichte der Aërostatik. Strassburg 1784.
Selbstbiographie von Carl Friedrich Claudius. Berlin 1834.
Geschichte d. Luftschwimmkunst von M. Zachariae. Leipzig 1823.
Silberer, „Im Ballon“. Wien 1883.

Am 22. Januar wurden in dem Reichsstifte Ottobeuren kleine Montgolfieren hochgelassen [1]). Am 26. Januar wurde auch die Neugierde der Einwohner Wiens durch das Hochgehen eines derartigen kleinen Aërostaten befriedigt. In Braunschweig liess Professor Zimmermann einen kleinen Ballon von $1\frac{1}{2}$ m Durchmesser am 27. Januar steigen. Professor Steiner und Thaul überraschten am 1. Januar Breslau mit demselben Schauspiel und so finden wir weiter in allen grösseren Städten Deutschlands ein reges Interesse für die neue Erfindung aufkeimen, welches sich zunächst allerdings in diesen nur bescheidenen Grenzen bewegte. Die erste bemerkenswerthe grössere Balloncontruction führte in Wien der Feuerwerker Johann Georg Stuwer aus. Er hatte mit kleinen Ballons Vorstudien gemacht und schritt nunmehr zum Bau eines riesigen Ballonscaptifs. Ueber das Nähere dieser Montgolfiere giebt Stuwer selbst in der Wiener Zeitung vom 3. Juli 1784 folgende Beschreibung:

„Was die Gestalt und Grösse meines Luftschiffes betrifft, so ist selbe von allen jenen, welche bisher in Frankreich, Italien und Deutschland gegeben worden, wesentlich unterschieden. Sie stellt nämlich einen liegenden Cylinder vor, der an den zwei Endflächen mit stumpfwinkligen Kegeltheilen geschlossen ist, und bei vollständiger Ausdehnung über 134,000 Wiener Cubikschuh Luft enthält. Dieser Cylinder, welcher die Tragwolke formiret, ist ungefähr aus 2500 Ellen Kanevas-Leinwand und Zwilch zusammengesetzt, wiegt beiläufig 800 Wiener Pfund und erreicht in seiner vollen Grösse die Höhe eines Hauses von vier Stockwerken. — Statt des beweglichen Korbes, welchen bisher alle Unternehmer aërostatischer Versuche ihren Tragwolken mit Stricken angehängt haben, liess ich meinen Cylinder ein grosses hölzernes Schiff nagelfest anheften, welches in der Mitte ein geraumes Zimmer hat, 39 Schuh (13 m) in der Länge, 13 Schuh (4 m) in der Breite und 8 Schuh (3,6 m) in der Höhe misst und mit aller Zubehör das Gewicht von 1200 Pfunden übersteiget, dergestalt, dass die ganze Schwere der Maschine jedoch ohne allen Menschen- und Feuervorrath über 2000 Wiener Pfund beträgt. Die Beheizung der Maschine geschieht ebenfalls auf eine ganz neue Art. Ich hatte anfangs die Feuerpfanne nach der Pariser Methode in der Mitte angebracht; allein die Erfahrung zeigte, dass sich das Schiff nicht heben wollte und dass noch wenigstens eine Gewalt von 500 Pfunden er-

1) Nachricht über einen aërostatischen Versuch, welcher in dem Reichsstifte Ottobeuren vorgenommen worden.

forderlich war, um die ganze bestimmte Last in die Luft steigen zu machen. Man untersuchte daher nochmals die Ausmaasse der Maschine, sie wurden mit den Berechnungen, welche die königliche Akademie der Wissenschaften zu Paris öffentlich ausgegeben hatte, vollkommen übereinstimmend befunden und man sah sich daher veranlasst, den Schluss zu ziehen, dass die Ursache des ungeachtet der richtigsten Berechnungen misslungenen ersten Versuches keine andere sein könne, als dass das Feuer, so ich angebracht hatte und dessen Flamme doch mehr als 50 Cubikschuhe einnahm, dennoch nicht wirksam genug sei, um die in einer so grossen Maschine eingeschlossene Luft auf einen solchen Grad zu verdünnen, dass sie die bestimmte Last noch hatte mit sich führen können. Es blieb daher kein anderer Weg mehr übrig, als auf Mittel zu denken, wie dieser ungeheuren Masse von Luft ein stärkerer Grad von Verdünnung gegeben werden könnte, und da der Cylinder auf der schmäleren Seite nicht mehr als 58 (19 m), seiner Länge nach aber volle 80 Schuh (26 m) Durchmesser hatte, so verfiel man auf den Gedanken, 2 Feuer und zwar in solchen Distanzen anzubringen, dass die Luft von allen Seiten eine gleiche Wärme erhalten könne.

Der Erfolg entsprach auch glücklich der vorgefassten Idee, und der nämliche Cylinder, welcher vorher mit einem Feuer nicht 2000 Pfund heben konnte, war nunmehr bei zweifacher Beheizung im Stande, auch 3000 Pfunde mit aller Leichtigkeit in die Luft zu ziehen. — Aus allem bisher Erwähnten erhellet, dass von sämmtlichen aërostatischen Versuchen, welche derzeit in Europa gemacht worden, gegenwärtiger der grösste sei, das heisst, dass man noch mit keiner aërostatischen Maschine eine so schwere Last habe in die Luft fahren sehen, und dass die Unternehmer des gegenwärtigen Versuches die Ersten gewesen seien, welche es gewagt haben, von der bisherigen Form der Luftmaschine gänzlich abzugehen und der ihrigen eine viel bequemere Gestalt zu geben, welche mit vielen anderen Vorzügen noch den wesentlichen Vortheil vereinet, dass sie durchgehends aus festen Theilen zusammengesetzt ist, woran jede beliebige Gewalt angebracht werden kann und von der sich auch hoffen lässt, dass sie allerdings geeignet sei, eine Direction anzunehmen, deren Zustandbringung man sich auch eben gegenwärtig vorzüglich angelegen hält.“

Aus dieser ganzen Beschreibung blickt echt deutsche Gründlichkeit hervor, welche bei ihrem tiefen Nachdenken früher die Principien eines lenkbaren Luftschiffes erkennt, als irgend eine andere Nation. Am 7. Juli machte Stuwer im Prater zum ersten Male eine öffentliche Auf-

ahrt. Tausende von Zuschauern hatten sich versammelt. Um 7 Uhr begann die Maschine zu schwellen und nach einer halben Stunde stand sie in ihrer vollkommenen Grösse da. Stuwer's Sohn Caspar, Architekt Daniel Hackmillner und die beiden Schreiner und Gehilfen Stuwer's, Michael Schmalz und Johann Hiller bestiegen die Gondel.

Sie schürten das Feuer und stiegen von der Mitte des Platzes aus beinahe senkrecht in die Höhe. Je nachdem sie das Feuer vermehrten oder verminderten, stiegen oder fielen sie. Das Steigen fand seine Begrenzung erst nach vollständiger Anspannung der Haltetaue. Alles war mit diesem Versuche sehr zufrieden gestellt. Erzherzog Franz beehrte ihn mit seiner Gegenwart und der Kaiser und Gross-Erzherzog machten einen Spazierritt nach dem Prater, um ebenfalls das Experiment mit anzuschauen. Stuwer suchte darauf sein Luftschiff zu verbessern. Er brachte ein segelartiges Ruder daran an, um zu sehen, ob er es nicht in der Luft beliebig umdrehen könne. Ferner traf er Vorkehrungen, dass er höher an den Seilen aufsteigen könne, wofür er eine besondere Zugmaschine verfertigte. Die für den 26. Juni anberaumte Vorstellung musste schlechten Wetters wegen ausfallen. Es wird nun erst wieder von einer Fahrt am 25. August berichtet und diese als dritte bezeichnet. Allem Anscheine nach ist dann der Versuch am 26. Juni wegen zu windigen Wetters misslungen, aber trotzdem als solcher gerechnet worden. Denn in einer besonderen Ankündigung unter dem 7. August wies Stuwer auf die neuen Wendeproben wieder hin und suchte gleichzeitig ein günstiges Arrangement für die Billetentnahme auch für den Fall zu treffen, dass das Wetter wiederum ungünstig werden sollte. Bei dem dritten Versuch am 28. August waren wieder vier Luftreisende in der Gondel. Die Maschine erhob sich ziemlich schnell und wurde, da sie nach dem Feuerwerksgerüst hintrieb, schleunigst festgehalten, was ein Reissen des ziemlich starken Captivtaues zur Folge hatte. Seiner Fesseln ledig, zog das Luftschiff langsam aufwärts strebend nach Norden. In Besorgniss um die Folgen dieses Ereignisses liess Stuwer sofort in Form von drei Böllerschüssen das Zeichen zum Dämpfen des Feuers gegeben. Die Luftfahrer folgten sofort und kamen in Folge dessen nur mit Mühe und Noth auf das jenseitige Ufer der Donau. Sie kehrten gleich in den Prater zurück und wurden daselbst mit lautem Jubel empfangen. Danach verlautet nichts mehr über Stuwer's Montgolfiere. Es ist zu bedauern, dass dieser interessante Versuch nicht Anregung in weiteren Kreisen geschaffen hat. Man sah sich Alles an, fand es schön, liess es aber dabei bewenden.

Nächstdem wurden in Strassburg grössere und interessante V
suche angestellt, über welche uns Kramp, damals Professor an
Universität daselbst, sehr ausführliche Berichte hinterlassen hat. D
selbe erzählt uns, dass Strassburg seine glücklich ausgefallenen aëro
tischen Versuche alle einem jungen württembergischen Künstler, K
Enslin, zu verdanken habe. Dieser kam um zu lernen dahin u
trieb im Geheimen eine Kunst nach der andern. Er muss in der T
eine Art Genie gewesen sein, denn von Kenntnissen in der Mathema
Physik u. s. w. soll er keine Spur gehabt haben. Dabei fertigte er b
nach Montgolfier's Erfindung allerhand aërostatische Maschinen g
selbständig, darunter sogar eine von 26 m Höhe. Natürlich zog er s
dadurch bald den Beifall und die Unterstützung aller Grossen u
Vornehmen zu.

Am 30. August stellten auf der Finkmatte in Strassburg Degabr
und Pierre Versuche mit einer Montgolfiere an. Diese hatte ursprü
lich bedeutende Verbesserungen aufzuweisen. Der Aërostat hatte
33 m Höhe und 28 m Durchmesser und war aus grober Leinwand v
fertigt, die innen mit Papier verklebt war. Die Verbesserung best
in fünf Ventilklappen, deren eine sich oben auf dem Scheitelpunkte
fand, während die übrigen auf dem Umfang gleichmässig vertheilt war
Sie wurden durch aussen angebrachte Federn an den Stoff der Masch
fest gegengedrückt und sollten, falls die Ausdehnung der inneren
hitzten Luft zu stark würde, sich öffnen. Auf diese Weise hoffte n
dem Uebelstande des Platzens, der bis dahin bei allen Heissluftball
fahrten sich zugetragen hatte, vorzubeugen. Der Verfertiger der Maschi
welcher diese Idee angegeben hatte, scheint indess sehr reizbarer Na
gewesen zu sein, denn als das Publikum sich über die vorher
gestellten Versuche theilweise abfällig ausliess, zerstörte er am Mor
vor der Auffahrt diese Sicherheitsventile, indem er sie verklebte.
Maschine stieg sehr schön mit vier Reisenden in die Höhe, um d
bald dem vorauszusehenden Geschick zu verfallen. Sie erhielt einen
am grössten Umfang gerade da, wo die Ventile sassen und kam 1
Toisen weit vom Auffahrtsorte nieder. Das Publikum soll sich ge
die beiden kühnen Unternehmer höchst undankbar erwiesen haben,
dass ihnen jeder fernere Versuch verbittert wurde. Im übrigen Deut
land beschränkte man sich auf die kleinen Versuche, ohne dabei
Interesse für die Aëronautik einschlafen zu lassen. Ausländische
Deutsche übersetzte Bücher über Luftschifffahrt, namentlich das
Faujas de St. Fond und Cavallo, fanden hier ein gutes Absatzge

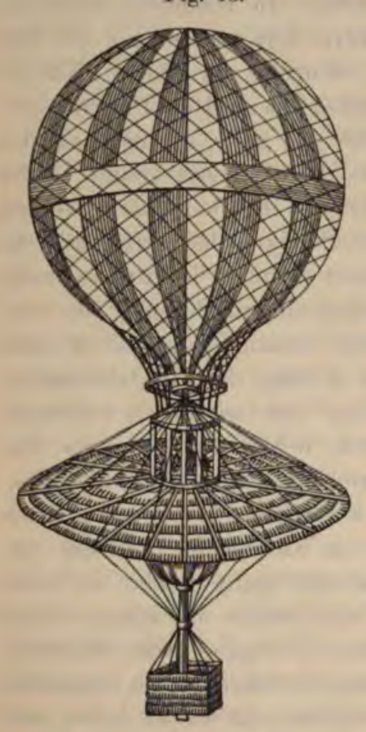
Um jene Zeit erschien auch das Schriftchen des Innsbrucker Gelehrten, Joh. Nepomuk von Laicharding, in dem die später von Zambeccari angewandte Idee, die Montgolfiere durch eine Spiritus- oder Oellampe zu heizen, zum ersten Male angegeben wurde. Um auch das Fallen nöthigenfalls schneller herbeiführen zu können, brachte Laicharding noch einen Blasebalg an seiner Montgolfiere an, der mit seinem Ende in die untere Oeffnung der Maschine hineingebracht werden konnte. Zur horizontalen Fortbewegung sollten ihm aber Ruder und Steuer dienen. Bald machten die von Frankreich herkommenden Gewerbsluftschiffer, namentlich Blanchard und später Garnerin, einer selbständigen Entwicklung der Luftschifffahrt in Deutschland vollends ein Ende. In Hamburg wurde im Jahre 1786, gerade zur Zeit, als Blanchard dort war, einmal der Versuch gemacht, mit dem Franzosen in Concurrenz zu treten. Ein gewisser Hooghe aus Brüssel baute einen Ballon von ca. 10 m Durchmesser; als er aber in einem Garten zu Altona aufsteigen sollte, konnte der Ballon wegen der Undichtigkeit seiner Hülle nicht vollständig gefüllt werden und musste daher ohne Gondel und Luftschiffer frei losgelassen werden, was eine so grosse Erbitterung unter dem Publikum hervorrief, dass das Einschreiten der Hamburger Dragoner zum Schutze des Unternehmers nothwendig wurde. Lange Zeit hörte man darauf nichts mehr von Luftchifffahrt. Sie war, nachdem die erste Freude verrauscht war, so zu sagen aus der Mode gekommen. Erst mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts schien hier und da die alte Begeisterung sich wieder zu entfesseln. Indess, es war nur ein kurzes Aufflackern, welches nach seinem Verlöschen die Kunst ganz und gar den Akrobaten-Luftschiffern überliess.

Im Jahre 1803 finden wir demnach Professor Robertson, einen überspannten Charlatan, in Begleitung von Shoest in Hamburg eine wissenschaftliche Fahrt unternehmen. Ein Jahr später machte zu Berlin Professor Bourguet einen Versuch; er blieb indess mit seinem Ballon sitzen. Mehr Glück hatte 1805 Professor Jungius vom Friedrich-Wilhelms-Gymnasium in Berlin. Bei seiner Auffahrt am 16. September schlief er oben in der Gondel ein und erwachte erst wieder, als er nach $1^1/_2$ stündiger Fahrt bei Müncheberg landete. Seine zweite Reise unternahm er am 19. Mai 1806 mit dem 15jährigen Kölz zusammen. Zwischen Grossbeeren und Heinersdorf setzte er letzteren aus und fuhr dann weiter bis nach Treblin. Auch von Wien werden uns verschiedene Fahrten aus den Jahren 1804—1806 berichtet, welche indess schon mehr den Charakter des Gewerbes tragen. So soll Mayer dort im Jahre 1804 eine glückliche Fahrt gemacht haben. Ferner liess sich Michaud, ein

Schüler Robertson's, in demselben Jahre mit dem Fallschirm vom Ballon aus grosser Höhe herab. Berühmt wurde endlich die Fahrt eines gewissen Mickau, weil derselbe die Eindrücke seiner Reise in ein Gedicht zusammenstellte und dieses zum Wohle der barmherzigen Brüder verkaufte.

Ein Uhrmacher Deghen verfertigte zu jener Zeit auch einen Flugapparat, durch welchen er in Verbindung mit einem Ballon gleich den Vögeln zu fliegen hoffte. Durch eine Hebelvorrichtung sollten zwei Flügel mittelst der Arme bewegt werden. Nachdem die ersten in Wien ausgeführten Versuche zu seiner Zufriedenheit ausgefallen waren, wollte er sich in Paris öffentlich produciren. Er machte aber glänzend Fiasko und war schliesslich zufrieden, als er sich mit Hilfe der Polizei den Schlägen der wüthenden Menge entzogen hatte; sein kostbarer Apparat wurde vollständig zerstört.

Fig. 13.



Am 19. August 1810 fuhr Jungius in Berlin mit dem Vorsteher der königlichen Blindenanstalt Zeune zum dritten und letzten Male auf. Die Versuche fanden im nächsten Jahre ihre Fortsetzung durch den eigenthümlichen Ballon eines Wachstuchfabrikanten Claudius (Fig. 13). Dieser brachte nämlich sowohl über als unter dem Korbe seines Ballons je einen Schirm von ca. 5 m Durchmesser an. Jeder derselben bestand aus lauter einzelnen Klappen von gefirnisstem Papier, welche mit seidenen Schnüren an einem Gestell befestigt waren.

Vom Korbe aus konnten beide auf- und zugeklappt werden. Der obere Schirm sollte die Steigkraft des Ballons ohne Ballastverlust vermehren, der untere [1]) ein willkürliches Herabsenken ohne Gasverlust gestatten. Die Klappen öffneten und schlossen sich bei Handhabung der Schirme entsprechend deren Gebrauchszweck. In Gegenwart von Jungius

1) Der Senkungsschirm ist auf dem Bilde kastenartig aufgeklappt.

und Zeune hatten im Exercirhause vor dem Königsthore ohne Ballon Vorversuche mit dieser Maschine stattgefunden. Es ergab sich dabei, dass Claudius mit dem Hebeschirm seinen Apparat bei 12 Schlägen um 68 Pfund erleichtern, mit dem kleineren Senkschirm dagegen um 56 Pfund erschweren konnte. Die Flugmaschine hing an einem über Rollen laufenden Tau, welches am Ende mit einem Gegengewicht versehen war[1]). Die freie Fahrt ging am 5. Mai 1811 gegen 6 Uhr Abends von Statten. Claudius will während derselben zu verschiedenen Malen mit Erfolg seine Schirme verwendet haben. Der Ballon ging über Oderberg, Schwedt, Garz nach Hohenholz, zwei Meilen von Stettin. Ueber den Verlauf der Reise und die Gefahr bei der Landung lassen wir hier Claudius selbst reden: „Ich gelangte endlich nach Gartz und glaubte schon in der Ferne die Ostsee zu erblicken. Da ich noch allen Ballast im Korbe und nach der Ausdehnung des Balles auch noch Gas genug zu haben glaubte, um bei der Richtung des Windes und durch den Mondschein begünstigt den Flug über die Ostsee wagen zu können, so gerieth ich in Versuchung, dies Abenteuer zu bestehen; aber plötzlich thürmten sich unter meinen Füssen schwarze Gewitterwolken, die mich Sturm und Regen fürchten liessen. Ohne deshalb mein eben angedeutetes Vorhaben aufzugeben, gedachte ich mit Hilfe meines Senkungsschirms mich nur einstweilen herabzulassen, ein Obdach zu suchen, den Ball nicht auszuleeren und mit Anbruch des Tages die Fortsetzung meiner Fahrt zu versuchen. So sehr ich aber auch durch angestrengtes Arbeiten mit dem Senkungsschirme mein Herabkommen zur Erde zu beschleunigen bemüht war und früh genug den Anker auswarf, so hatten Wind und Regen doch bessere Flügel als ich. Sie ereilten mich und überwältigten die Kräfte meines Ankers, der zwar Grund gefasst hatte, aber der Gewalt des Sturmes zu widerstehen nicht vermochte. Während ich mit unbeschreiblicher Gewalt über den Erdboden und durch zwei Landseen blitzschnell (in fünf Minuten zwei Meilen) fortgeschleift ward, brachen von den vier Zinken meines Ankers drei, einer nach dem andern, um wie viel mehr musste der Mast meines Senkungsschirms dasselbe Schicksal erfahren! Die schiefe Lage, in welcher jenseit Gartz der Sturm den Luftball gegen die Erde herabdrückte, vereitelte alle Gegenwehr mit dem Schirme und ich musste mich ganz ruhig fortschleudern lassen, in der Hoffnung, dass irgend ein Wald oder ein anderer Widerstand leisten-

1) Deghen machte seine Versuc[illegible] gleicher Weise, siehe Dupuis Delcourt, Nouveau Manue[illegible] Paris 1850, p. 22.

der Gegenstand diesem wilden Treiben ein Ziel setzen würde. In dieser lebensgefährlichen Lage kam ich hart neben einigen Dörfern vorbei und rief den einzelnen dies Schauspiel anstaunenden Bewohnern zu, mir zu Hilfe zu kommen. Aber sei es Schreck oder Unentschlossenheit, nirgends erfolgte Beistand. Jetzt gerieth ich in einen Teich, ward quer durch denselben fortgerissen, und ebenso auch durch einen dicht daneben befindlichen zweiten; kaum dass ich mich aus dieser Lebensgefahr errettet glaubte, tauchte ich bereits wieder in einen See, der an dieser Stelle ziemlich dicht mit Schilf bewachsen war. In diesem zähen Boden fasste der letzte übrige Zinken meines Ankers abermals Grund; aber immer noch nicht im Stande, dem Sturme Widerstand zu leisten, trieb dieser mich über den See nach dem jenseitigen Ufer hin, und hier endlich gerieth ich an eine Gruppe von Fichten und war so glücklich, im Heranfahren an dieselben mich an einer von ihnen festzuklammern. Die Gefahr verdoppelt den Muth und die Kräfte. Die Fichten selbst kamen mir zu Hilfe; ihre Zweige, die den Rest meines so lange auf der Erde fortgeschleiften Hebeschirms vollends zertrümmerten, verstrickten sich zugleich in das Netz des Balls und halfen ihn festhalten. Ich behielt Besinnung genug, diesen Aufschub zu benutzen, um meine Rettung zu vollenden. Mit der einen Hand hielt ich mich an dem Baume fest, mit der andern schlug ich das Ankertau um den Stamm, und als auf diese Art der Ball fest genug war, stieg ich aus meinem Korbe.“

Claudius liess es bei dieser einzigen Luftfahrt bewenden. Spätere interessante Versuche haben in Deutschland nicht mehr stattgefunden.

Kapitel VI.

Versuche mit Luftballons bei anderen Nationen.

Franklin, der grosse Gelehrte Nordamerikas, war zufällig in Paris vesend, als Charles den ersten Gasballon dort steigen liess. Auf die nerkung eines um ihn Stehenden, dass man den Ballon ja doch nicht ken könne, sagte er: „Kann denn ein neugeborenes Kind gleich en?“ Auf Grund des von ihm nach Amerika gesandten Berichtes annen die Professoren Rittenhausen und Hopkin von der Uni- sität in Philadelphia[1]) Versuche anzustellen. Da ihnen die Hilfs- el, einen Ballon so gross zu machen, dass er einen Menschen tragen nte, fehlten, verbanden sie 47 kleinere Ballons untereinander und hten unter diesen einen Korb an, in den sie bei ihren anfänglichen tivfahrten Thiere hineinsetzten. Ein Mensch, der bald darauf es te aufzusteigen, bat bereits, nachdem er fünf Meter hochgelassen , flehendlichst, ihn wieder herabzuziehen. Schliesslich fand sich ch für Geld ein gewisser James Wilcok, der nach einigen Captiv- ten sogar den Muth besass, für den Preis von 50 Dollars eine freie rt zu wagen. An dem angekündigten Tage kamen von weit und t die Amerikaner herangereist, um dem Schauspiel beizuwohnen. Maschine stieg bis auf ca. 30 m und ging anfangs ganz ruhig vorwärts; in auf einmal erhob sich ein Westwind, der Wilcok in nicht ge- e Besorgniss versetzte. Seiner Instruction gemäss durchstach er so-

1) Wise, A., System of aëronautics. Philadelphia 1850.

fort hinter einander elf der kleinen Ballons und unbedachter Weise alle von einer Seite. Die Folge davon war die, dass er sehr hart auf eine Wand seines Kastens zu fallen kam und sich dabei eine Hand verrenkte. Von weiteren angekündigten Versuchen ist Nichts mehr bekannt geworden. Gerade wie in Deutschland, wurde auch hier in Amerika eine selbständige Entwicklung der Luftschifffahrt durch die bald alle grösseren Städte heimsuchenden französischen Erwerbsluftschiffer im Keime erstickt. In Amerika waren es vornehmlich Blanchard und Robertson, welche ihre Kunst zeigten und gefüllte Säckel dafür heimtrugen. Die Staaten, welche ausserdem selbständig ihre aërostatischen Versuche anfingen, traten nicht aus einem sehr bescheidenen Rahmen hervor. Es sei daher nur der in Dänemark gemachte[1]) noch erwähnt, weil bei ihm zuerst die Cylinderform zur Verwendung gekommen ist. Der Ballon hatte ca. 2 m Länge und 1 m Durchmesser und war von einem Professor Mylenstädt gefertigt worden. Im Jahre 1808 und 1811 sollen von einem gewissen Colding in Kopenhagen Versuche mit einem lenkbaren Ballon angestellt sein, jedoch ohne jeglichen Erfolg.

Alle ferneren aërostatischen Versuche in den verschiedensten Staaten entbehren der nationalen Selbständigkeit der Entwicklung und sind bei Ermanglung einer jedweden Förderung als untergeordneter Art zu betrachten.

1) Kramp, Geschichte der Aërostatik 1784. Strassburg.

Kapitel VII.

Die Luftschifffahrt im XIX. Jahrhundert.

Es ist zu beklagen, dass bereits mit dem Jahre 1786 das Interesse für den Luftballon in gebildeten und wissenschaftlichen Kreisen nach und nach ermattete. Die stets fehlgeschlagenen Bemühungen, den Ballon lenkbar zu machen, die verschiedentlich eingetretenen Unglücksfälle, hatten einen apathischen Zustand allen ferneren aëronautischen Unternehmungen gegenüber geschaffen. Die ernsten Männer der Wissenschaft liessen das Problem mit seiner Lösung auf sich beruhen. Auch die politischen Unruhen, welche zu jener Zeit in Frankreich zu gähren anfingen, haben nicht wenig dazu beigetragen, die Freude an der ferneren Entwicklung der Aëronautik zu verlöschen. In dieser Zeit ging die Luftschifffahrt über in die Hände von Speculanten. Gaukler und Geldschneider, kühne Wagehälse, die um den Einsatz ihres Lebens sich einen leichten mühelosen Verdienst zu schaffen suchten, konnten nichts Geeigneteres finden, als die aërostatische Maschine. Ueberall hatte man zwar von ihr gehört, in wenigen Orten sie aber gesehen. Hierbei musste ja ein gutes Geschäft gemacht werden. Als aber die erste Neugierde des Publikums befriedigt war, musste auf Neuerungen Bedacht genommen werden, um die Menge fernerhin anzuregen. Es entwickelte sich daher bald das bekannte System der Reclame, welches leider bis auf unsere Zeit herab einen grossen Theil der Zeitungen mit gefälschten Berichten versah. Allerlei Kunststückchen mit Fallschirmen, Akrobaten, Auffahrten zu Pferde, mussten als Zugmittel dienen. Dass hierbei an ein ferneres Gedeihen, an eine weitere Entwicklung der Luftschifffahrt nicht zu denken

war, ist wohl einleuchtend. Zumeist strebten alle Akrobatenluftschiffer nur danach, sich zu erheben, um möglichst bald wieder herabzukommen, weil ihnen bei Ausgaben für einen weiten Rücktransport ihres Materials zu viel vom Verdienst verloren ging.

Für solche Fahrten genügte der allerschlechteste Ballon und derjenige, welcher sie unternahm, kann nach unseren heutigen Begriffen, wo uns stets die Verwendung des Ballons für den Ernstfall, im Kriege, vor Augen schwebt, niemals als ein durchgebildeter Luftschiffer angesehen werden. Nur Fahrten von langer Zeitdauer haben Werth; sie allein sind der Prüfstein für die Güte des Ballonmaterials und die Tüchtigkeit des Luftschiffers, sie allein bieten eine gewisse Garantie, den verschiedenen sich im Kriege dem Luftschiffer darbietenden Gefahren zu entgehen.

Einen der grössten Speculanten, Blanchard, haben wir bereits kennen gelernt. Es giebt beinahe keinen Culturstaat diesseits und jenseits des Meeres, den er nicht besucht hätte. Viele Huldigungen und mehrere Millionen heimste er dabei ein. Am bezeichnendsten ist der auf Blanchard in Paris gemachte Vers:

„Au Champ de Mars il s'envola,
„Au champ voisin il resta là;
„Beaucoup d'argent il ramassa;
„Messieurs, sic itur ad astra!“

In Berlin hatte er die Ehre, vor Sr. Majestät dem Könige auffahren zu dürfen. Seine Reclamesucht, seine Anmassung trägt beinahe einen krankhaften Charakter. In Hamburg behauptete er öffentlich, der Gasballon wäre seine Erfindung. Nach Murhard, Geschichte der Künste und Wissenschaften, publicirte er im Jahre 1786 daselbst Folgendes: „Es wird geradezu behauptet, ich sei nicht Erfinder, bloss Nachahmer des Herrn Montgolfier. Und das kann man dem Publikum mit dreister Stirn als Wahrheit aufdringen wollen? Ich widerspreche dem geradezu und am meisten widerspricht die Wahrheit selbst, weil die Hrn. Montgolfier keine Maschinen, so wie die meinigen, mit brennbarer, sondern mit verdünnter Luft aufsteigen lassen. Der Verfasser scheint mir von Luftmaschinen zu viel zu wissen, um das nicht wissen zu können: ich nenne es also Ungezogenheit, Verdienste dem absprechen zu wollen, dem sie gebühren.“

Trotzdem seine Einnahmen ihn zum mehrfachen Millionär gemacht hatten, starb er 1809 so arm, dass seine Frau, um sich zu ernähren, das Ge-

äft fortsetzen musste. Letztere verunglückte dann bei einer im Jahre 12 zu Paris unternommenen Fahrt. Ein mitgenommenes Feuerwerk ckte den Ballon in Brand. Die junge Frau stürzte erst auf das Dach les Hauses und von hier auf das Strassenpflaster, wo sie auf der elle todt liegen blieb. Blanchard's Nachfolger, welcher ihm bei Lebiten schon viel Concurrenz gemacht hatte, war Garnerin, der ebenlls mit seiner Frau zusammen die Schaustellungen gab. Er war der ste, welcher die Kühnheit hatte, am 22. October 1797 zu Paris sich Fallschirm vom Ballon herabzulassen, was Blanchard zuvor (1793 Basel) nur mit Thieren versucht hatte. Auch dieses Ehepaar unterahm Reisen nach allen grösseren Städten Europas. Die Folge davon ar, dass sich bald in allen Ländern ebenfalls speculative Köpfe fanden, elche mit der grössten Wagehalsigkeit die aërostatischen Versuche achmachten. Natürlich konnten nunmehr auch Unglücksfälle nicht ehr ausbleiben. Olivari, welcher am 25. November 1802 in Orleans einer Montgolfiere aus Papier aufstieg, stürzte von oben mit der plötzch in Brand gerathenen Maschine herab und war sofort todt. Ein nderer Luftschiffer, Mosment, hatte die Kühnheit, ohne Gondel, nur uf einem Brette stehend zu fahren, um dadurch seine Maschine kleiner, ie Luftschifffahrt also billiger machen zu können. Auf unaufgeklärte Veise fiel er bei seiner neunten Fahrt am 7. April 1806 in Lille, kurze Zeit, nachdem er einen Fallschirm mit daran hängendem Hunde hinabeworfen hatte, von dem Brette herunter. Es ist wahrscheinlich, dass las Heraustreten von Gas aus dem Appendix bei dem in Folge der Gewichtserleichterung veranlassten Steigen des Ballons, ihn betäubt hat. Der Geschmack an diesem gefährlichen Sport liess durch diese Unglücksfälle in Frankreich augenscheinlich nach. Garnerin beherrschte schliesslich das Feld allein. Er war es auch, dem zum Krönungsfeiertage Napoleons 1806 der Auftrag ertheilt wurde, einen schön decorirten Ballon zu verfertigen. Dieser flog bis nach Rom und fiel hier merkwürdigerweise auf das Grab Nero's, was als üble Vorbedeutung ausgelegt wurde und daher Bonaparte etwas verstimmt haben soll. Die später der Aëronautik gegenüber von ihm zur Schau getragene Antipathie ist mit diesem Ereigniss in Zusammenhang gebracht worden. In Deutschland machte im Jahre 1803 ein belgischer Professor der Physik, Robertson, durch wissenschaftliche Fahrten Aufsehen, die er in Hamburg mit Shoest zusammen unternahm, später in Wien und Petersburg fortsetzte. Nach dem Urtheile verständiger Zeitgenossen war dieser Robertson nichts als ein Charlatan, der die Wissenschaft als Deckmantel seiner

Reclame auszubeuten verstand [1]. Die physikalischen Untersuchungen Robertson's in Höhen von 7000 m sind daher mit Vorsicht aufzufassen. (Siehe sein Project Minerva).

Sie gaben indess der Akademie der Wissenschaften zu Paris Anregung, zur Prüfung der Resultate im Jahre 1804 ebenfalls wissenschaftliche Fahrten zu unternehmen. Es stiegen die Physiker Gay Lussac und Biot bis zu einer Höhe von 4000 m, später Gay Lussac noch einmal allein. Die Ergebnisse widersprachen zum Theil denen Robertson's. Fernere Versuche von Jungius 1805 in Berlin, Carlo Broschi 1806 in Neapel, waren ebenfalls durch Robertson's Reise veranlasst worden.

Es gab auch deutsche Luftschiffer zu jener Zeit. Von diesen traf Bittorf am 17. Juli 1812 zu Mannheim dasselbe Schicksal wie Olivari, während die übrigen, Familie Reichard, Männer und Kraskovits, Lehmann u. s. w., mit Gasballons stets glückliche Fahrten zu verzeichnen hatten.

In der Epoche, wo auch wohl in Folge der politischen Umwälzungen ein Stillstand in der Ausübung der aërostatischen Praxis auf dem Continente stattfand, wurde diese in England nicht allein weiter betrieben, sondern auch vervollkommnet. Aus der englischen Entwicklungsgeschichte haben wir schon ersehen, wie die in Frankreich gebräuchliche Gondel hier bereits durch einen Korb ersetzt worden war, weil dieser praktischer ist für den Fall, dass der Ballon ins Wasser fällt. Sadler, der diese Anordnung getroffen hatte, machte auch fernerhin viele Auffahrten in England. Um das Jahr 1818 trat zum ersten Male Green auf und machte darauf aufmerksam, dass das Steinkohlengas zur Ballonfüllung sehr gut zu verwerthen sei. Dies war bedeutend billiger als Wasserstoffgas; allen Luftschiffern war demnach der Vorschlag Green's willkommen. Später vervollkommnete er auch den Gasballon dadurch, dass er das Mitnehmen eines ca. 50 m langen Schlepptaues einführte, welches beim Landen heruntergelassen, den Aufprall des Ballons verminderte, weil es das Gewicht desselben stetig verringert.

Die englischen Luftschiffer unterschieden sich von Anfang an dadurch von allen übrigen, dass bei ihnen vielmehr der Sport und damit das Streben nach Verbesserung ihres Materials hervortrat. Es wird oft behauptet,

---

1) Benzenberg's Briefe, geschrieben auf einer Reise nach Paris 1804. Dortmund 1806. — Voigt May, VI, 216. Beweise ungenügender Kenntnisse Robertson's in Hamburg.

ssbritannien eigne sich nicht für die Luftschifffahrt. Dies ist inso- richtig, als diese hier viel häufiger Gefahren ausgesetzt ist. Gerade Gefahren aber schafften die Nothwendigkeit, sich viel eingehender dem Vervollkommnen des Materials, mit meteorologischen Beobach- gen u. s. w. zu befassen und dadurch die Sache zu fördern. Es rften heute in keinem anderen Lande der Welt Aëronauten gefunden rden, welche eine grössere Geschicklichkeit in der Ausnutzung ver- iedener Luftströmungen besässen als die englischen. Sadler ver- glückte leider in Bolton 1829 bei einer stürmischen Landung. Sein llon riss hierbei eine Mauer ein, welche ihn mit ihren Trümmern ter sich begrub. In demselben Jahre stürzte sich Harris, ein ehe- liger Marineofficier, mit seinem Ballon todt. Ein von ihm erfundenes ntil wollte sich nicht wieder schliessen, als er es, um zu landen, hoch en geöffnet hatte. Neben Green machten von 1823 an Graham bst Frau in England viele glückliche Fahrten. Besonders hervor- hebende Vorfälle aus jener Periode sind die grosse Nachtreise von ndon nach Weilburg, welche Green mit Robert Holland und onck Mason zusammen am 7. und 8. November 1836 unternahm; ner der leider so schrecklich verlaufene Versuch des Herrn Cocking it seinem umgekehrten Fallschirm 1837. Cocking kam dabei um. e theilweise sehr grossen Reisen, welche die Engländer unternommen tten, ermuthigten sie immer mehr mit Projecten, Amerika mittelst llons zu erreichen, hervorzutreten. Dass die Windströmungen in den heren Regionen zeitweise ziemlich günstig und constant sind, hatten e bei ihren vielen genauen Beobachtungen erfahren. Der Wunsch nd auch auf der anderen Seite des Oceans entgegenkommen. In Amerika tten sich Wise und Donaldson zusammengethan, um per Ballon ch Europa zu fahren.

Im Jahre 1843 begann auch die Astronomie einen Anlauf zu achen, um den Ballon für ihre Zwecke auszubeuten, damals machte ush wissenschaftliche Fahrten, die 1852 auf Veranlassung der Stern- arte zu Kiew von Welsh fortgesetzt wurden.[1])

Mit dem Jahre 1844 begann der heute noch lebende wohlbekannte ftschiffer Coxwell seine aëronautische Laufbahn. Ein Jahr darauf b er das „Balloon or Aërostatic magazine“ heraus, welches bis zum re 1859 erschien.

1) Dr. A. Petermann, Mittheilungen u. s. w. Gotha 1856.

Solche Vorkommnisse waren wohl geeignet, die allgemeine Aufmerksamkeit wieder mehr der Luftschifffahrt zuzuwenden und so finden wir denn namentlich auch in Frankreich dieselbe um diese Zeit wieder auferstehen. Hervorzuheben ist dort zunächst die Thätigkeit Dupuis Delcourt's, welcher 1844, in zwei Jahren, einen Messingblechballon zu Paris erbaute von 10 m Durchmesser. Der Quadratmeter dieser Hülle wog 1 kg und kostete 5 Francs. Hatte er mit demselben auch keinen Erfolg, so bietet heute der Versuch doch immerhin eine Quelle reicher Erfahrungen.[1]) Das Gewerbe begann gleichfalls wieder sich zu erheben. Eugen Godard, der später so berühmte Aëronaut, begann damals seine Laufbahn. Anfangs fuhr er sehr bescheiden nur mit Montgolfieren, wie er es von dem deutschen Luftschiffer Kirsch gelernt hatte. Bei seiner vierten Fahrt zu Boulogne (28. September 1848) gerieth seine Maschine in Brand und er fiel ins Meer. Ein Jahr darauf entging er knapp zum zweiten Male dem Tode. Er kam auf ein Dach herunter und es erging ihm hier beinahe so wie der Madame Blanchard. Neben Godard machte Poitevin allerhand Luftfahrten mit Trapezkünstlern, Pferden[2]), Hirschen u. s. w. Dagegen wurden 1850 von den Physikern Barral und Bixio mit Godard auch wieder wissenschaftliche Fahrten unternommen, welche geeignet waren, den guten Ruf des Luftballons als eine nutzenbringende Maschine aufrecht zu erhalten. In Deutschland stieg um jene Zeit der eben erwähnte Kirsch in Montgolfieren auf. Er machte auch Auffahrten in Frankreich (Bordeaux 1842), wo er das Verbot, in Ballons mit Feuerung aufzusteigen, in der Art umging, dass er denselben auf der Erde genügend erwärmte und ohne Gluthpfanne aufstieg. Ueber die Maschine dieses deutschen Luftschiffers berichtet Freiherr vom Hagen, welcher sie als Augenzeuge 1848 in Erfurt sah, folgendes: „Die Montgolfiere von 25 m Höhe war aus grober Leinwand angefertigt, von Farbe hellgrau und wurde mittelst Spiritusfeuer jedesmal in ungefähr 25 Minuten zum Steigen gebracht. Zwei Masten von 16 m Höhe waren in 20 m Entfernung von einander aufgerichtet; zwischen ihnen hing zeltartig der grosse Aërostat, dessen sehr kleine Gondel an einigen in den Hüllenstoff eingelegten Seilen befestigt war. Der gefüllte Ballon stieg jedesmal sehr rasch bis auf ungefähr

1) Steinmann, Die Luftschifffahrtskunde. Weimar 1848. — Marey-Monge, Études sur l'aérostation. Paris 1847.

2) Der erste, welcher zu Pferde eine Luftfahrt machte, war Testu Brissy im Jahre 1786.

600 m Fuss Höhe und blieb, von der Sonne beschienen, zwei Mal über eine halbe Stunde, die übrigen Male nur die Hälfte dieser Zeit oben."

In England begann nach den erfolgreichen wissenschaftlichen Auffahrten von Glaisher 1862 die Aëronautik selbst immer mehr einen solchen Charakter anzunehmen. Bald (1865) entstand die „Aeronautical Society of Great Britain", welche bis auf den heutigen Tag mit grossem Eifer allen übrigen bezüglichen Vereinen vorangeht. In Frankreich war es besonders Nadar, welcher mit bewundernswerther Umsicht die Aëronautik populär zu machen verstand. Im Jahre 1863 baute er einen Riesenballon „Géant", welcher nach einigen freien Auffahrten als Ballon captiv wissenschaftlichen Zwecken dienen sollte. Dieser Aërostat hatte 6000 cbm Inhalt. Seine Gondel hatte zwei Etagen und war in mehrere Räume eingetheilt. Auf der zweiten Reise von Paris nach Hannover, an der neun Personen theilnahmen, wurde er bei der Landung von einem Sturmwinde gefasst und zerstört. Die Luftschiffer Godard und Yon hatten die Fahrt geleitet.[1]) Mit dem fort und fort weiteren Umsichgreifen wissenschaftlicher Bestrebungen in der Luftschifffahrt musste sich auch eine vollständige Umwandlung unter ihren bisherigen Vertretern vollziehen. Entweder suchten diese mit den geistigen Trägern der Aëronautik in enge Fühlung zu kommen und bildeten sich den höheren Anforderungen entsprechend zu Berufsluftschiffern aus, oder aber sie blieben was sie waren — Gewerbsluftschiffer.

Nadar schaarte bald alle, welche an der Entwicklung dieses schönen nützlichen Sports ein Interesse hatten, um sich. Er begann über Luftschifffahrt zu schreiben und begründete schliesslich 1863 auch eine Zeitschrift „L'Aéronaute", welche allerdings nach kurzer Zeit bei ihren 42 Abonnenten wieder einging.[2]) Man kann daraus ersehen, wie sehr auch bei den Franzosen die Liebe für die Sache verloren gegangen war. Wer weiss, ob Nadar noch so viele Abonnenten bekommen hätte, wenn nicht zur Zeit der amerikanische Bürgerkrieg wieder allgemein die Aufmerksamkeit seitens des Militärs auf den Luftballon gezogen hätte?

---

1) Voyage de Géant de Paris à Hannovre en ballon par Eugène d'Arnoult. — Ueber Land und Meer, Bd. 1863.

2) Ausser dieser Zeitschrift waren erschienen:

Bulletin de la société Aérostatique et Météorologique de France von Dupuis Delcourt.

Le Montgolfier von Danduran.

L'Aéroscaphe von Charvin.

Le science aérostatique von Roussiau.

Für Nadar's Werk schien indess trotzdem die Stunde noch nicht geschlagen zu haben. Einige Jahre später erst bildete sich zu Paris die „Société aérostatique et Météorologique de France", welche im Jahre 1868 auch die Zeitschrift „L'Aéronaute" wieder herausgab. Seit jener Zeit hat sich diese Gesellschaft nach und nach zu einem ansehnlichen Verein höchst competenter Fachleute unter dem Namen „Société française de la navigation aérienne" entwickelt. Und er steht nicht allein in Frankreich. Seitdem in dem Kriege 1870/71 der grösste Theil der Bevölkerung sich von der Nützlichkeit der Aërostaten überzeugt hat, sind eine ganze Anzahl anderer ähnlicher Vereinigungen in verschiedenen grossen Städten ins Leben gerufen worden. Auf diese Art erhält die Regierung im Falle eines zukünftigen Krieges ein sehr werthvolles Material, und es ist vorauszusehen, dass die 1870/71 eingetretenen Nothstände sich nicht wiederholen werden. Ausser der kurz nach dem Feldzuge eröffneten militärischen Ballonwerkstatt zu Meudon ist in Paris eine „École d'aéronautes française" zur sachgemässen Vorbildung solcher jungen Leute geschaffen worden, welche die Neigung haben, Berufsluftschiffer zu werden.

Ueberhaupt ist heutzutage die Luftschifffahrt in Frankreich auf einen Gipfel der Vollkommenheit gebracht, wie in keinem anderen Staate. Es ist auch wiederum vorangegangen in der militärischen Verwendung derselben. In Folge dessen haben sich erst die übrigen Staaten veranlasst gesehen, ihr ebenfalls militärisch näher zu treten. Die Gesellschaften in Frankreich und England beschäftigten sich ausser mit den gewöhnlichen Ballons natürlich auch mit den dynamischen Flugmaschinen und mit lenkbaren Luftschiffen, die im folgenden Kapitel besonders werden besprochen werden.

Im Jahre 1868 wurde von der „Aeronautical Society of Great Britain" zum ersten Male im Krystallpalaste eine aëronautische Ausstellung in Scene gesetzt, die aber im Allgemeinen wenig den Erwartungen entsprach. Meistentheils waren Flugmaschinen und Motoren ausgestellt, von denen jedoch keiner auch nur bescheidenen Anforderungen genügte. Der französische Luftschiffer Delamarne hatte eine alte Godard'sche Montgolfiere als Captivballon eingerichtet und sich zum Aufblasen einen besonderen Ofen erdacht. Die Maschine gerieth jedoch vor der Fahrt bereits in Flammen und wurde von diesen vollständig verzehrt. Indess sollte der Ballon captiv, welcher sich auf der Pariser Weltausstellung 1867 bereits eingebürgert hatte, bald ein ständiger Gast auf fast allen Industrieausstellungen werden. Bis jetzt ist es indess nur

inem Manne geglückt, ihn so herzustellen, dass er seinem Zwecke wenigstens für die Ausstellung entsprach.

Henri Giffard, der, wie wir später sehen werden, bahnbrechend auf dem Gebiete der lenkbaren Luftschifffahrt war, müssen wir eben diese Anerkennung zollen für die Entwicklung des Ballon captiv. Den ersten derartigen Ballon construirte er für die Pariser Weltausstellung im Jahre 1867. Er hatte 5000 cbm Inhalt und vermochte zwölf Personen 250 m hoch zu tragen. Grösser war der zur Londoner Weltausstellung im Jahre 1868 gebaute Ballon, welcher 12,000 cbm Gas in sich aufnahm und 30 Personen bis zur Höhe von 500 m erhob. Den grössten bis jetzt überhaupt dagewesenen Ballon fertigte er aber für die Pariser Ausstellung 1878.[1]) Derselbe hatte die Form einer Kugel von 36 m Durchmesser und 250,000 cbm Inhalt. Sein Gesammtgewicht betrug 14,000 kg, sein Auftrieb, (Wasserstoffgas) 25,000 kg. Gefesselt befand sich sein oberster Punkt 55 m über dem Boden. Er war mit zwei Ventilen versehen. Das obere konnte von der Gondel aus geöffnet werden und diente zur Sicherung für den Fall, dass das Kabel einmal reissen sollte. Das untere öffnete sich von selbst bei einem bestimmten inneren Druck. Der Stoff war aus sieben verschiedenen Lagen zusammengesetzt und hielt so dicht, dass er nur einer sehr geringen Nachfüllung im zweiten Jahre seines Dienstes bedurfte. Das Netz, welches ihn umgab, war vermittelst Rollen an einem Metallring von 1,60 m äusserem Durchmesser befestigt, der nach jeder Richtung hin einen Zug von 100,000 kg aushalten konnte. Der Ring bestand aus einem hohlen Stahlreifen, der innerlich einen starken Taukranz hatte und äusserlich mit Holz bekleidet war. Etwas tiefer befand sich durch acht Taue an ersterem befestigt ein zweiter gleichfalls aus Stahl, von dem nach unten 16 Stricke zur Befestigung der Gondel hinabliefen. Die Gondel war ringförmig; durch das mittlere Loch von 4 m Durchmesser ging das Kabel, welches an einem schweren Haken, der mit dem unteren Ring durch acht Stricke verbunden war, befestigt war. Dieser Haken war zugleich ein Dynamometer, welches auf vier Zifferblättern die Kraft der Spannung des Taues von der Gondel aus bequem abzulesen gestattete. Die Gondel bestand aus Nussbaumholz und hatte 6 m Durchmesser. Sie konnte 30—40 Personen aufnehmen. Ueber einer conischen Versenkung war sie an einer auf deren Grunde in cardanischem Gehänge befindlichen

1) Gaston Tissandier, Le Grand Ballon Captiv a Vapeur de M. Henry Giffard. Paris 1878.

Rolle befestigt. Das Kabel lief über diese Rolle durch einen 60 m langen Tunnel nach einer Trommel von 1,70 m Durchmesser und 11 m Länge. An beiden Enden der Trommel befanden sich Zahnräder von 3,50 m Durchmesser, die durch ein an einer Achse befindliches Getriebe von 0,25 m Durchmesser in Bewegung gesetzt werden konnten. Zwei Maschinen von je 75 Pferdekräften dienten zu ihrer Bewegung. Die genaueren Gewichte des Ballons waren folgende:

Stoff mit den beiden Ventilen	5300 kg
Netz	3300 „
Stricke, Ringe, Rollen u. s. w.	3650 „
Gondel	1600 „
Kabel 50 m (Gesammtlänge 600 m)	2500 „
Ballast, Schlepptau, Anker u. s. w.	3350 „
40 Reisende und 2 Luftschiffer	2800 „
	22,500 kg
Gesammt-Auftrieb	25,000 „
folglich bleibt Auftrieb	2500 kg

Der Ballon war im Hof der Tuilerien untergebracht. Zu seiner Bedienung fungirten als Luftschiffer Eugen und Julius Godard, Camille Dartois, Yon und Corot. Leider sollte dieses schöne mühevolle Werk Giffard's auch bald wieder sein Ende finden. Es war am 15. August, als eine plötzliche Abkühlung der Temperatur das Gas verdichtete und dadurch ein Schlaffwerden des unteren Theiles des Ballons veranlasste. Da nun ausserdem sich ein heftiger Wind erhob, wurde das untere Ventil fortwährend gegen den Ballonstoff gepeitscht und die Beule dadurch immer grösser, indem schliesslich stets etwas Gas durch das automatische Ventil entweichen musste. Am 16. August Nachmittags führte ein sehr heftiger plötzlicher Windstoss alsdann die Katastrophe herbei. Der Stoff erhielt durch den Schlag des Ventils einen Riss, der sich sofort von unten nach oben fortpflanzte und das Zusammenfallen des Ballons zur Folge hatte.

Seinen eigentlichen Zweck, der meteorologischen Gesellschaft zu Paris zu dienen, hat er mithin nicht erfüllen können. Die Anzahl seiner Auffahrten soll ca. 1500 betragen haben. Ein 1873 bei der Wiener Weltausstellung gebauter Captivballon wurde noch vor Eröffnung derselben durch einen Sturm losgerissen und flog davon bis nach Ungarn, wo ihn die Landbevölkerung als guten Kleiderstoff verwerthete. Auch die später in Brüssel, Berlin, New-York und Mailand gemachten Versuche hatten keinen guten Ausgang. In einem im Jahre 1884 zu Turin für

e Ausstellung erbauten Ballon schlug der Blitz ein. Ueberall Unglück! — aber das darf den Muth und die Unternehmungslust des Luftschiffers nicht abschwächen.

Von den späteren freien Auffahrten der Franzosen sind hervorzuheben die wissenschaftlichen von Flammarion, Tissandier und de Fouvielle. Im Jahre 1874 hatte die aëronautische Gesellschaft zu Paris durch den Opfertodt von Sivel und Crocé Spinelli einen harten Schlag erlitten. Es handelte sich um eine möglichste Hochfahrt, welche diese beiden im Verein mit Tissandier unternehmen sollten; sie gelangten bis auf über 8000 m Höhe, verfielen dabei jedoch in Betäubung, aus der nur Tissandier wieder erwachte, nachdem der Ballon gesunken war. Neuerlich hat durch den Luftschiffer Duté Poitevin, sowie durch die Hauptleute Renard und Krebs die Luftschifffahrt in Frankreich ganz erhebliche Fortschritte gemacht.

In den Vereinigten Staaten von Amerika begann die Heranbildung eines Berufsluftschifferstandes um 1835 mit dem ersten Auftreten Wise's, welcher uns seine zahlreichen Fahrten und Erfahrungen in dem Buche „System of Aëronautics" hinterlassen hat. Später stellten sich Donaldson, La Mountain und Lowe ihm an die Seite. Die beiden letzteren haben sich im Bürgerkriege Lorbeeren erworben. Wise und Donaldson sind seit 1875 verschollen; ein Begleiter Donaldson's wurde als Leiche aus dem Michigan-See herausgefischt. Donaldson hat also jedenfalls auch in den Fluthen seinen Tod gefunden, während sich von Wise nur solche Vermuthungen aufstellen lassen. La Mountain verunglückte ebenfalls. Am 4. Juli 1873 fiel er aus bedeutender Höhe mit sammt seiner Gondel herab. Letztere, an meridianartig über die Montgolfiere laufenden Stricken befestigt, hing nicht genau unter der Mitte des Ballons. Die Folge war, dass dieser zwei Meridiane auseinander drückte und so durchgleitend sich seiner Fesseln entledigte.

Seit dem Jahre 1879 beginnt man auch in Russland eingehende aëronautische Studien zu machen. Anfangs verfolgte die Kaiserlich Russische Technologische Gesellschaft nur die in anderen Staaten gemachten Fortschritte. Jetzt besteht für Petersburg ebenfalls ein Verein, welcher seine Arbeiten in einer Zeitschrift „Vozduhoplavatel" publicirt. Die in letzter Zeit unternommenen praktischen Versuche haben noch keine grossen Erfolge erzielt.

Wenn wir uns nun zuletzt unserem Vaterlande zuwenden, so geschieht das gegenwärtig nicht ohne eine gewisse Betrübniss. Es ist ein

übles Gefühl im Vergleich mit anderen zurückstehen zu müssen. Vorläufig können wir den Vergleich noch nicht bestehen.

Lange Zeit existirte in Deutschland und Oesterreich kein Luftschiffer. Kirsch, ein Bayer von Geburt, war der letzte Deutsche dieses Standes. In allen grösseren Städten stiegen Franzosen, wie Godard, Sivel u. s. w., auf. Ein neues Aufleben der Luftschifffahrt in Deutschland fand erst nach dem Kriege 1870/71 statt.

Man kann wohl behaupten, dass bei uns der Luftballon vor dem belagerten Paris erst populär geworden ist. Hier sahen Tausende unserer Landsleute zum ersten Male eine ernste praktische Verwendung der Aërostaten und mussten gleichzeitig in ihm ein Mittel erkennen, welches ihnen ungestraft Schaden zufügte.

Im Jahre 1874 und 1876 traten dann auch zum ersten Male wieder zwei deutsche Luftschiffer, Opitz und Securius, auf. Merkwürdiger Weise war der alte Schüler von Kirsch, Eugen Godard, wiederum der Lehrer der jungen deutschen Luftschiffer. Das neue Aufleben der Aëronautik in Deutschland blieb selbstverständlich immer noch ein bescheidenes. Eine zielbewusste, systematische Entwicklung konnte erst eintreten, als am 31. August im Jahre 1881 zu Berlin eine Anzahl Interessenten zusammentraten und unter dem Vorsitze des Dr. W. Angerstein den „Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt“ begründeten. Eine besondere Anregung hierzu gaben die zur Zeit von Baumgarten und Dr. Wölfert angestellten Versuche mit lenkbaren Ballons. Seit dem Jahre 1882 giebt dieser Verein eine Zeitschrift heraus, welche bis zur Zeit höchst segensreich die Fortentwicklung der Aëronautik beeinflusst hat. In Folge dessen hat sich auch die Zahl der praktischen Luftschiffer in unserer engeren Heimath in erfreulicher Weise vermehrt, und wenngleich diese theilweise ebenfalls an Sonntagen zur Volksbelustigung aufsteigen, so kann man doch keinem derselben den ernsten Eifer, die aërostatische Maschine nach Möglichkeit zu verbessern, absprechen und sie zur Classe der Akrobatenluftschiffer herabwürdigen. Wer den Luftschifferberuf gewählt hat, ist eben leider heutzutage immer noch auf den in dieser Weise erlangten Verdienst angewiesen. Besser wäre es für den Luftschifferstand und für das Ballonwesen, wenn er seine Existenz auf den Sport basiren könnte.

Es ist nicht leicht, einen Ballon von bestimmter Grösse so zu handhaben, dass man eine festgesetzte Weglänge damit zurücklegt, geschweige denn, dass man unter Benutzung der verschiedenen Luftströmungen einen angegebenen Punkt erreicht. Solche Aufgaben sind, wie

chon erwähnt, im Stande, die Geschicklichkeit des Luftschiffers und die Güte des Materials auf die Probe zu stellen. In den Jahren 1880—1883 erschienen ausser dem Senior unserer Aëronauten Opitz, noch die jüngeren Kräfte Dr. Wölfert, Ingenieur Rodeck, Spiering und Lattemann am Himmel Berlins. Der letztere hat sich nach eigener Idee einen Rotateurballon gebaut, d. h. sein kleiner Walzenballon besitzt kein Ventil, sondern wird einfach um seine Längsachse gedreht, sodass der Appendix seitwärts bis beinahe in die Mitte zu stehen kommt und so Gas herausfliessen lässt. Der Aërostat hat keine Gondel, sondern nur einen Gurt, den der Luftschiffer sich umschnallt und einen kranzförmigen Fusspuffer. Die Kühnheit und der Schneid eines Aëronauten ist beachtungswerth, er verliert aber an Bedeutung und steigt herab auf das Niveau der Wagehalsigkeit eines Akrobaten, wenn keine praktische Verwerthung, keine Förderung der Sache als Motiv zu Grunde gelegt werden kann.

Auch in Oesterreich hat man in neuerer Zeit der Aëronautik mehr Aufmerksamkeit geschenkt. In dem dortigen Ingenieur-Verein hat sich eine besondere Gruppe für „Flugtechnik" gebildet, welche zeitweise recht werthvolle Arbeiten liefert. Für die Praxis dagegen ist noch so gut wie gar nichts geschehen. Im Jahre 1882 liess sich der Redacteur der Wiener Sportzeitung, Victor Silberer, in Paris einen Ballon anfertigen und machte damit einige Fahrten, deren letzte bei der Landung sehr unglücklich verlief. Der Aërostat wurde von Korneburg bis auf den Friedhof von Leitzersdorf geschleift und scheint seitdem auch zu den Todten gerechnet werden zu müssen.

Ueber die zukünftige Entwicklung der Aëronautik herrschen die irrigsten Vorstellungen. Die meisten Ansichten gehen neuerdings dahin, in der Construction eines lenkbaren Luftschiffes das Ideal aller Bestrebungen zu sehen. Das mag sehr richtig sein, ist aber ohne jeglichen praktischen Werth, so lange nicht alle Vorbedingungen erfüllt und als Fundamente festgestellt sind. Alles strebt gleich nach dem von der Phantasie hingezauberten Vollkommensten und bedenkt nicht, dass sich zwischen Gedanken und technischer Ausführung immer noch eine Kluft befindet, welche erst durch jahrelange mühevolle Arbeit überbrückt werden kann. Diese Brücke zu bauen, d. h. die Elemente der Luftschifffahrt zu schaffen, haben sich die Vereine zur Pflicht gemacht. Sie mahnen jeden, der mit kühnen Ideen das Problem löst, dass erst die Bausteine und Pfeiler zu jener Brücke geschafft werden müssen.

So sammeln sie von Jahr zu Jahr immer mehr Arbeiter und setzen Stein auf Stein, mit dem inneren Bewusstsein und der freudigen Hoffnung, sicher ihr Ziel zu erreichen. In allen Staaten finden die Vereine seitens der Militärbehörden das grösste Entgegenkommen. In Frankreich werden sie sogar auch vom Unterrichtsministerium nachhaltigst unterstützt. Jules Ferry selbst ist Ehrenmitglied der „Société française de la navigation aérienne".

Die Vereine beschränken sich demnach in ihrer Thätigkeit auf Prüfung einlaufender bezüglicher Erfindungen, auf genaue Verfolgung aller Vorkommnisse und möglichste Verbreitung derselben in Fachschriften. Einige setzen für gute Erfindungen oder Bearbeitungen schwieriger Probleme auch Preise aus. Der französische Verein macht sogar sehr häufig auch praktische Versuche, jedoch nur solche mit gewöhnlichen Ballons. Der deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt ist gegenwärtig ebenfalls sehr im Aufblühen begriffen, sodass zu erwarten steht, dass er bald den ausländischen älteren Gesellschaften in seinen Leistungen und seiner Mitgliederzahl ebenbürtig sein, wo nicht sie übertreffen wird.

Kapitel VIII.

Die Entwicklung der lenkbaren Luftschifffahrt.

Die hier folgende Entwicklungsgeschichte der lenkbaren Luft-chifffahrt stellt eine Arbeit des Menschengeschlechtes von rund 100 ahren dar. Sie ist reich an Irrthümern, die die Unerfahrenheit über as Wesen des Luftoceans hervorbrachte, reich aber auch an genialen uchtbaren Gedanken, welche uns genugsam den ersteren gegenüber tschädigen. Nach 1785 gab es nur noch wenige Männer, welche sich nsthaft mit dem Problem der Lenkbarkeit des Ballons beschäftigten. e legten ihre Ideen gewöhnlich in kleinen Broschüren nieder, oder nstruirten auch wohl hin und wieder ein grösseres Modell, mit dem öffentlich ihre Experimente zeigten. Meistentheils beruhen ihre Pro-te auf irrigen Voraussetzungen über die Kraft, das Gewicht und die glichkeit der technischen Ausführung ihrer Maschinen. Man muss verschiedene Richtungen in dem Streben, das Räthsel des lenkbaren ftschiffes zu lösen, unterscheiden. Wir haben deren vier aufgestellt.

a. Bewegung des Kugelballons mittelst daran angebrachter mechanischer Vorrichtungen.

b. Ausnutzung von Auftrieb und Fallen des Ballons, um in Verbindung mit schiefen Ebenen eine Vorwärtsbewegung zu erreichen.

c. Ausnutzung der verschiedenen Luftströmungen. Verbesserung der Aërostaten in der Weise, dass sie ohne Ballast- oder Gasverlust beliebig steigen oder sinken können.

d. Construction länglicher Aërostaten, welchen durch mechanische Arbeit eine Eigenbewegung ertheilt werden soll, die die Geschwindigkeit der entgegenstehenden Luftströmung übertrifft.

Im Allgemeinen ist man nach der 100jährigen Erfahrung dahin gelangt, dass nur die unter c und d bezeichneten Richtungen eine fernere Zukunft besitzen. Ihre weitere Entwicklung ist lediglich eine Geldfrage. Nur praktische Versuche können der Luftschifffahrt förderlich sein. Wohl verstanden, müssen diese von technisch und praktisch vollkommen durchgebildeten Männern geleitet werden. Was der Sache sehr viel Schaden zugefügt hat, sind hauptsächlich die vielen in die Oeffentlichkeit gedrungenen Projecte ganz unberufener, mangelhaft gebildeter sogenannter Erfinder. Wer die unzählbare Reihe der in illustrirten Zeitschriften niedergelegten widersinnigen Luftschiffe durchsieht, wer selbst vielleicht Gelegenheit findet, mit den Autoren solcher persönlich zusammenzukommen, der wird sicherlich den Abscheu gerecht finden, mit welchem gebildete Menschen schon allein den Namen „Erfinder" betrachten. Das in den meisten Fällen so wenig berechtigte Selbstbewusstsein dieser Leute erhält durch die hervortretende Habsucht, durch das Streben nach materiellen Vortheilen etwas Verächtliches und zugleich Lächerliches. Letzteres tritt in doppeltem Maasse hervor, wenn man die ängstliche Sorge um Geheimhaltung, vielleicht auch die gar nicht bedingungslose Erklärung der Erfindung mit berücksichtigt. Wer hätte wohl die Geduld, sich diese geistigen Verirrungen, welche nichts desto weniger in aëronautischen Ausstellungen paradiren, alle anzusehen? Neben den vielen zu Tage geförderten Abgeschmacktheiten können wir indess auch hier rühmliche Ausnahmen constatiren; man findet auch Leute, die ohne genügende Vorkenntnisse dennoch einen neuen und richtigen Gedanken hervorbringen. Vielfach aber wird längst Erfundenes immer wieder von Neuem der Welt aufgetischt.

Wenn diese Verhältnisse, unterstützt durch die bösen Erfahrungen wirklich einmal ausgeführter Versuche, schon das gebildete Publikum vor der Aëronautik abschreckten, so waren es in nicht geringerem Maasse die häufig in populären Zeitschriften auftauchenden Berichte über Projecte und Versuche, welche über die Aëronautik geschrieben, in früherer Zeit sehr optimistisch, neuerdings aber vielfach pessimistisch hingestellt werden. Es würde sich dagegen weniger einwenden lassen, wenn nicht häufig die ganze Art der Besprechungen den Beweis lieferten, dass sie aus vollkommen urtheilslosen Federn geflossen

sind, dass sie nur mechanisch die Gefühle eines einmal eingenommenen Standpunktes wiedergeben.[1]) Die Aëronautik und speciell das Problem des lenkbaren Luftschiffes kann erst wieder zu Ehren gelangen und gedeihen, wenn durch richtige sachgemässe Darlegungen das Interesse für dieselbe in gebildeten Kreisen eine breitere Basis gefunden hat. Sache derjenigen, welchen es am Herzen liegt dahin zu wirken, muss es daher zunächst sein, das phantastische und literarische Unkraut auszujäten und durch culturfähigen Samen zu ersetzen. Ist dieser erste Schritt einmal mit Erfolg gethan, so werden sich die übrigen in rascher Zeitfolge anschliessen und nichts mehr dem baldigen Erreichen des seit Menschengedenken ersehnten Zieles entgegenstehen. Die Zahl der Alles verständig und mit nüchternem Auge anschauenden Menschen, welche die Luftschifffahrt beachtet und auch gefördert haben, ist bis heute eine verschwindend kleine gewesen. Berücksichtigt man zudem, dass wenige von letzteren Techniker von Fach waren, so ist der Schneckengang der Entwicklung der Luftschifffahrt, sowie die grosse Zahl technisch unausführbarer Projecte nichts Wunderbares.

Ist das Interesse aber erst verallgemeinert worden, so werden einmal aus dem Zusammenarbeiten einer grösseren Anzahl von Köpfen sich die Fortschritte schneller folgen, dann aber auch die zur Ausführung von Versuchen nothwendigen Gelder mit geringeren Mühen aufzutreiben sein. Welcher Zeit es bedarf, um dahin zu gelangen, ist vor der Hand nicht abzusehen. Unter Umständen dürfte ein Vorgehen in dieser Sache seitens des Staates, wie es in Frankreich jetzt geschieht, das mit einem Male vollbringen, was auf dem von uns bezeichneten Wege Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird. Ein erfreulicher Schritt vorwärts zur Förderung der Luftschifffahrt sind die zu diesem Zweck in Deutschland, Frankreich, England und Russland zusammengetretenen Vereine, welche mit allen in das Gebiet einschlägigen Wissenschaften Fühlung zu halten suchen. Auch sie haben sich nach ihrer Gründung einer theilweisen inneren Reinigung unterziehen müssen, bei der alle zu phantasievollen Elemente nach und nach ausgeschieden wurden.

In den nun folgenden Kapiteln greifen wir, wo es zur Vollständigkeit nothwendig erscheint, verschiedentlich auf die in den vorangegangenen

---

1) Siehe darüber den vorzüglichen Aufsatz von **Platte**: Zeitschrift des deutschen Vereins z. Förderung der Luftschifffahrt, Bd. IV, S. 177.

Entwicklungsgeschichten erzählten Experimente in Kürze zurück. Wi glauben damit dem Gedächtniss des Lesers zu Hilfe zu kommen und ihn eines lästigen Zurückschlagens zu überheben.

A. Versuche, den Kugelballon lenkbar zu machen.

Gewiss lag nichts näher nach der Erfindung der Aërostaten, als nur den Versuch zu machen, ob man nicht mit ihnen unter Zuhilfe-nahme von Rudern und Segeln sich beliebig in dem Luftocean bewegen könnte.

Den Anfang mit solchem Versuche machte die Academie zu Dijon im Jahre 1784, nachdem zuvor das Project des gelehrten Mathematikers Monge eine gewisse Aufmerksamkeit erregt hatte, wonach zwanzig Ballons aneinander gebunden werden und durch ebenso viele in den Gondeln befindliche Luftruderer schlangenartig durch das dünne Medium bewegt werden sollten.[1]) Der Aërostat zu Dijon hatte zwei von der Gondel aus zu handhabende Ruder am Aequatorring (s. Abbild. Fig. 3), einen Schiffs-schnabel, ein Steuer ebendaselbst und zwei Ruder in der Gondel. Ein von der Academie der Wissenschaften zu Lyon ausgeschriebener Preis für einen lenkbaren Luftballon wurde bald Veranlassung zu rührige Thätigkeit auf diesem Gebiete. Die 96 in Folge dessen eingereichten Pro-jecte, welche meistens unter Anwendung von Segel und Steuer da Problem zu lösen hofften, sind jedoch zum Glück auf dem Papier ge-blieben. Blanchard's erster Versuch (s. Abbild. Fig. 4) ist wohl eben-falls mit der redlichen Absicht, dieses Ziel zu erreichen, veranstalt worden; späterhin lernte er die Lenkvorrichtungen zur Reklame zu be-nutzen. Die Montgolfiere der Abbés Miolan und Janinet (s. Abbil Fig. 5), welche durch Reaction der an einer Stelle am Aequator heft austretenden warmen Luft vorwärts getrieben werden sollte, wurde leid vor ihrer Auffahrt zerstört.[2]) Alban und Vallet gebrauchten zwei gross Windmühlenflügel (s. Abbild. Fig. 7), Lunardi in London Klappen-ruder, Doctor Potain in Dublin (s. Abbild. Fig. 12) eine Vereinigun von Rudern mit einem Windrade und Testu Brissy zwei Scheiben-räder (s. Abbild. Fig. 9). Nach ihren eigenen Berichten haben alle die

1) Astra Castra, p. 309.

2) Derartige Versuche im Kleinen sind von Professor Krippendorf n Erfolg veranstaltet worden. S. Krippendorf, Dr. Herm., Modell eines steu baren Luftschiffes. Aarau 1875.

ftfahrer eine Wirkung auf die Luft beim Inkrafttreten ihrer Maschinen obachtet. Bei ruhigem Wetter und mässigem Winde wollen sie sor eine von letzterem abweichende Richtung mit Hilfe ihrer Mechanisen erhalten haben. Dass man aber verständig genug war, diese Erlge nur als durch das schöne Wetter bedingte ausnahmsweise zu berachten, welchen man keinen praktischen Werth zuschreiben konnte, eweist der aus jener Zeit stammende Brief Montgolfier's an seinen Bruder, in dem er unter Anderem sagt: „Nimm eine Kugel von 100 Fuss Durchmesser an. Berechne wohl, dass 30 Menschen während 50 Minuten nicht an einem Ruderapparat würden arbeiten können und gesetzt, sie könnten es, so würde die Geschwindigkeit nicht mehr denn 7—8 km pro Stunde betragen."

Auch über die Irrthümlichkeit, den Ballon gleich einem Schiff auf dem Wasser mit Segel und Steuer lenken zu wollen, sprachen sich zur Zeit bereits gelehrte Männer, wie Graf Milly[1]), in sehr eingehender und klarer Weise aus. Indess das half nichts. Im Gegentheil, „wenn die Luft, wie behauptet wird, keinen Stützpunkt bietet, muss man danach trachten, einen solchen zu schaffen", so sagte man zu jener Zeit. Auf diese Weise kam das Project des Dragoner-Rittmeisters Henin in die Welt[2]) (s. Abbild. Fig. 14), bei dem mit Hilfe eines unter der Gondel angebrachten umgekehrten Fallschirmes das Ziel zu erreichen gesucht wurde. Allerdings war Henin so verständig, einzusehen, dass der künstlich geschaffene Widerstand nur so lange vorhanden sein würde, als der Ballon im Aufsteigen begriffen sei. War die Gleichgewichtslage erreicht, so wollte er sich sofort wieder herabsenken, um das Manöver von Neuem zu beginnen. Als eines ferneren praktischen Versuches, bei der die Horizontalbewegung indess sehr wenig eingehend erprobt worden ist, müssen wir hier der Aëro-Montgolfiere des Grafen Zambeccari gedenken, welche später von Orlandi verbessert worden ist (s. Abbild. Fig. 11) und besonders bemerkenswerth ist durch das erste Auftreten von Wendeflügeln in der Luftschifffahrt. Bei ferneren Versuchen, die Lenkbarkeit zu erfinden, wurden andere Körperformen, als die Kugel, zu Grunde gelegt, nur vereinzelt treten Versuche derselben Art späterhin noch auf. Im Jahre 1804 wollte Robertson, von dessen grossem Project der Minerva wir bereits gesprochen haben, in Wien mit einem Ballon segeln.[3]) An seinem grossen

1) Sircos et Pallier, Histoire des Ballons. Paris 1876, p. 118.

2) Mémoire sur la Direction des aérostats par Henin. Paris 1784.

3) Aug. Wilhem Zachariae, Geschichte d. Luftschwimmkunst. Leipzig 1823, S. 72.

Ballon hatte er einen kleinen mit Segel versehenen angebunden. er damit zu operiren gedachte, haben uns leider die alten I riker nicht hinterlassen, dagegen herrscht bei ihnen die Meinung dass es sich lediglich bei diesem Versuch um eine Reclame geha habe. Einige Zeit später, 1851, tauchte der Vorschlag Helle's au Gondel mit Propellerschrauben zu versehen, sowohl für Horizontal- wie für Verticalbewegung, die durch zwei Mann gedreht werden so

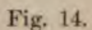
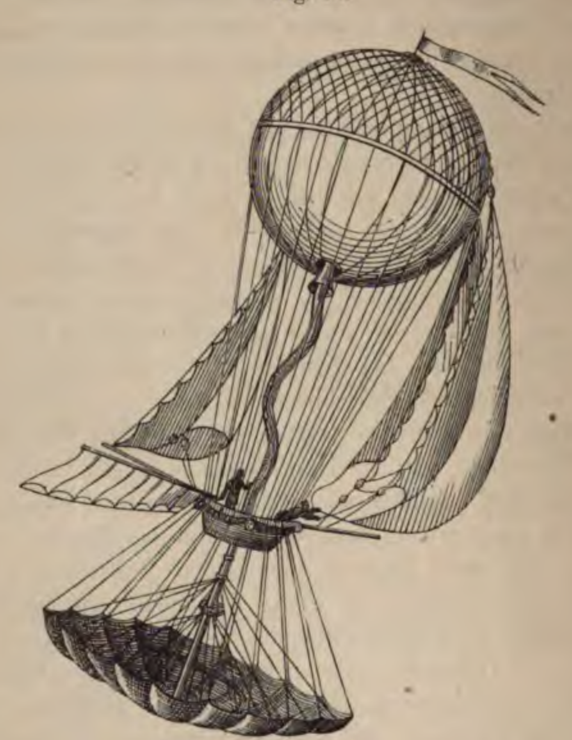


Fig. 14.



Trotzdem Dr. van Hecke schon 1847 derartige Verticalpropelle Handbetrieb ohne Erfolg versucht hatte, wurden in der Folgezeit drei derartige Constructionen an Kugelballons zur praktischen A rung gebracht.

Zunächst war es der Ballon „Duquesne"[1]), welcher am 9. J

1) S. Tissandier, En ballon pendant le siège de Paris. Paris 1871,

1871 das belagerte Paris verliess, der mit einem derartigen vom Viceadmiral Labrousse erfundenen Schraubenapparat versehen war. Jede der zwei Flügelschrauben hatte 5 m Durchmesser und 15 qm Oberfläche. Die grösste Geschwindigkeit war auf 4 km in der Stunde berechnet worden. Da der Wind zur Zeit der Abfahrt des Aërostaten 14,4 km in der Stunde zurücklegte, war jegliche Wirkung der Schraube unmöglich. Der nächste Versuch fand mit den von Bowdler erfundenen Ballonschrauben 1874 zu Woolwich statt. Diese sollten 500 Touren in der Minute machen. Nach den Berichten des mit den Versuchen vertrauten Comité's soll nur die verticalwirkende Schraube Spuren einer Wirkung bewiesen haben. Das letzte diesbezügliche Experiment machte der Luftschiffer Opitz mit einem von Ingenieur Quirinus construirten Windräder-Apparat. Am 27. September 1880 stieg Opitz mit der Maschine bei sehr schönen Wetter auf. Nach seiner Mittheilung hat er eine Wirkung der Räder verspürt. Das ist ja auch klar, dass eine Wirkung vorhanden sein muss; Menschenkräfte sind nur nicht ausreichend, um eine genügende, beständige hervorzubringen, und der Kugelballon ist nicht geeignet, die Luft in günstiger Weise zu durchschneiden.

B. Ausnutzung von Auftrieb und Fallen des Ballons, um in Verbindung mit schiefer Ebene eine Vorwärtsbewegung zu erreichen.

In einer Abhandlung, welche Montgolfier bei seiner Aufnahme
die Academie zu Lyon im Jahre 1783 vorlas, sagte derselbe, nach-
em er bezüglich der Lenkung seiner Maschine die später vom Abbé
icolan ausgeführte Methode, durch Reaction der aus einem Loche aus-
römenden warmen Luft, erklärt hatte: „Man kann noch auf eine andere
rt sich zur willkürlichen Bewegung der Maschine, des Feuers selbst
it dem grössten Vortheile bedienen; man müsste nämlich das Schiff,
wie es steigt oder fällt, in einer schiefen Richtung der Luft entgegen-
lten.“ Wir sehen also daraus, wie uralt dieser Gedanke bereits ist.
n Jahre 1784 schrieb ferner darüber Bourgeois[1]): „Die Mechanik
etet uns ein einfaches Mittel zur Lenkung des Aërostaten dar, — die
hiefe Ebene. Es ist nicht leicht, sie herzustellen, und auf dem Aëro-
aten geschickt anzubringen. Ihre Grösse muss dem Umfange des

1) Recherches sur l'art de voler, p. 88. — Zeischrift d. deutsch. Vereins z.
örderung d. Luftschifffahrt. Bd. III.

Balles angemessen sein, und sie muss Leichtigkeit mit einer grossen Steifheit verbinden. Lässt sie sich nach diesen Forderungen herstellen, so kann man ihre Wirkung berechnen. Diese Wirkung wird Folge einer wechelnden Stärke des Feuers sein, welches den Aërostaten bald emportreiben, bald sinken lassen müsste.“ Im Jahre 1805 kam auf Grund eingehender hydrostatischer Versuche auch Faulstich in Berlin auf diese Idee und machte danach den Vorschlag, den Ballon mit einem Segel zu versehen, das oben an demselben befestigt sein sollte, unten jedoch frei herabhängen, damit man es von der Gondel aus nach beliebigen Seiten und unter beliebigen Winkeln zu einer schiefen Ebene umgestalten könnte. Freilich wurde später darauf aufmerksam gemacht, dass ein Functioniren eines solchen Apparates nur bei ruhiger Luft möglich wäre. Diese Theorie ist in der That eine ganz richtige. Wenn nun ein Versuch in der hier vorgeschlagenen Art bei Windstille, beim Experiment also im abgeschlossenen Raum gelingen kann, liegt dem nichts im Wege, dass es auch bei bewegter Luft glücke, wenn nur dementsprechend die auf die schiefe Fläche drückende Kraft anwächst. Das wäre aber nur durch ein bedeutend schnelleres Fallen und Steigen möglich. Man stelle sich nun aber den Genuss einer solchen Luftschifffahrt vor, bei welcher der Aërostat immerwährend mit colossaler Geschwindigkeit auf und abfährt, um in grossen Zickzacklinien sein Ziel zu erreichen. Jedermann wird zugestehn, dass es doch viel einfacher und auch viel ungefährlicher sein wird, die schiefe Ebene selbst in eine schnelle Bewegung zu setzen, wie wir es heutzutage bei den Propellerschrauben thun. Nichts desto weniger hat diese primitive Verwendung der schiefen Fläche noch heute ihre Anhänger und mitunter auch ihre neuen Erfinder. Kurz nach Faulstich trat auch der Prof Zachariae, Lehrer an der Schule Kloster Rossleben, ebenfalls auf Grund hydrostatischer Versuche dafür ein. Es folgte dem noch eine grosse Zahl anderer diesbezüglicher Projecte.

Der Ingenieur Blainville[1]) wollte das Fallen und Steigen des Aërostaten in der Weise ausführen, dass er seine Gondel zu einem Recipienten für comprimirte Luft machte; das Comprimiren sollte der Luftschiffer mittelst einer Luftpumpe bewerkstelligen. (s. Abbild. Fig. 15). Zwei flossenförmige schiefe Ebenen zur Erzeugung der horizontalen Bewegung sassen an einer drehbaren Stange, wähend zur seitlichen Lenkung noch ein ebenso gestaltetes Steuer an der Gondel angebracht war.

1) Astra Castra. Hatton Tunor, p. 310.

dermann, der einmal eine Luftpumpe in der Hand gehabt, weiss, was heisst, und welche Zeit es erfordert, Luft zu comprimiren. Da aber ne Wirkung nur durch schnellen Gewichtswechsel erzielt werden nnte, so fällt damit der beabsichtigte Effect dieses Luftschiffes ausserlb des Bereiches der Möglichkeit. Guillié[1]) machte 1816 den Vorhlag, den Ballon mit zwei durchgehenden auf einander senkrecht stehenn Ebenen zu versehen und ihn mit Hilfe von Rollen und Tauwerk n der Gondel aus drehbar zu machen. George Cayley[2]) nahm

Fig. 15.

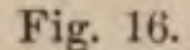


en Gasballon und eine Montgolfiere an und setzte zwischen beide e grosse von der Gondel aus zu dirigirende Ebene.

Mit vielem Fleiss und genauer Berechnung brachte ferner 1835

1) Manuels Roret. Dupuis Delcourt.
2) Astra Castra. Hatton Turnor, p. 310.

Rebenstein[1]) ein Project, welches eine Montgolfiere in Würfelform darstellte, die sich vollständig in eine Ebene zusammenklappen liess. Er dachte in der Körperform aufzusteigen, sie hoch oben in der Luft in eine Ebene umzuwandeln, und, indem er letzterer mit Hilfe einer Welle zur Gondel eine gewisse Neigung gab, gegen den Wind nach einer bestimmten Richtung hin, die durch ein Steuerruder geleitet werden konnte, zu fallen. Hätte der Herr Rebenstein diesen Fall einmal erlebt, so würde er sicherlich für immer genug daran gehabt haben. Im Jahre 1847 trat der Franzose Petin mit einem Luftschiffprojecte auf, welches vieles Aufsehen erregte. Es war lediglich eine Verbindung mehrerer Kugelballons mit schiefer Ebene und Dampfmaschine (s. Abbild. Fig. 16).[2]) Die von drei bis vier Ballons getragene Gondel hatte seitlich betrachtet die Form eines Waagebalkens und besass nicht


Fig. 16.



weniger als 16 bewegliche Ebenen. Petin wollte sie ferner mit zwei Dampfmaschinen von je drei Pferdekräften versehen, welche vier grosse Luftschrauben in Rotation versetzen sollten. Mit diesen schwachen Kräften glaubte er, den durch entsprechende schiefe Stellung der Ebenen noch mit Absicht vermehrten Widerstand der Luft in der Weise überwinden zu können, dass er gegen den Wind aufwärts resp. auch schräg vorwärts stieg. War er bis zu einer gewissen Höhe durch die Maschinenkraft gelangt, so dachte er durch Ausnutzung der Schwere seines Luftschiffes in Verbindung mit den schiefen Ebenen von Neuem weiter

---

1) Luftschifffahrt mit und ohne Beihilfe der Aërostatik von Rebenstein. Nürnberg 1835.

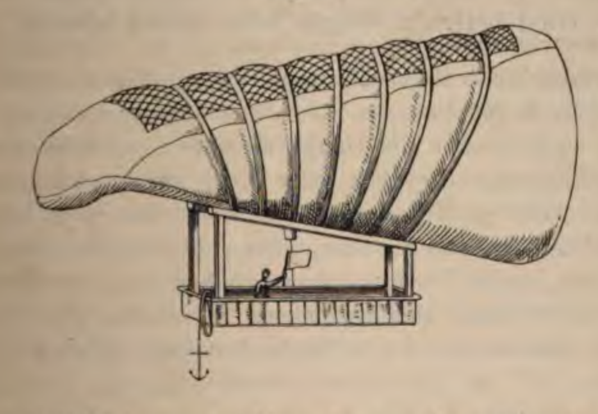
2) Deutsche Illustrirte Zeitung 1850. Bemerkung. Die Abbildung stellt das 1850 verbesserte Project dar.

kommen. Seine Vorwärtsbewegung musste demnach in Form einer ellenlinie stattfinden.

Im Jahre 1863 wurde der diesem Systeme zu Grunde liegende edanke Montgolfier's zum ersten Male praktisch erprobt. Dr. Anrews aus Perth in Amerika baute nämlich einen Ballon, der aus drei alzenförmigen, unter einander verbundenen Säcken bestand, und daher wohl richtiger mit dem Namen „Luftfloss" bezeichnet werden möchte. Dieses Floss bildete thatsächlich eine aërostatische Ebene, welcher ein n der ziemlich langen Gondel befindlicher Ballastwagen eine verschiedene Neigung zu geben vermochte.

Ueber den Versuch selbst, der am 4. September stattfand, beichtete der „Engeneer" [1]), dass der Apparat jedem Drucke des Steuers olge geleistet habe. In spiralförmigen Windungen habe er seinen Aufug genommen mit einer Geschwindigkeit von ca. 192 km in der tunde, wobei er in der Luft Kreise von mehr als 2,4 km Umfang behrieb. Zwanzig solcher Windungen soll er gemacht haben, bevor er h dem Blicke der Beobachter durch seinen Eintritt in die Wolkenion entzog. Sonderbar bleibt es nur, dass man von späteren Verhen nichts mehr erfahren hat.

Fig. 17.



Lange Zeit hörte man nichts mehr von dieser Theorie der schiefen nen in der Aërostatik, bis im Jahre 1882, wiederum auf Grund

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. II.

hydrostatischer Experimente, Prof. Wellner[1]) in Brünn (Fig. 17) die Idee von Neuem aufnahm und daraus das Project seines Segelballons entwickelte. Er unterschied drei Typen:

1) ein kugelförmiger Warmluftballon mit drehbarer Segelfläche;
2) ein Ellipsoidballon mit fester Segelfläche und Wasserstoffgasfüllung;
3) ein keilförmiger Fischballon mit Leuchtgasfüllung.

Prof. Wellner kam im Jahre 1883 nach Berlin und hielt hier über seine Theorie einen sehr interessanten Vortrag im deuschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt.' Es schloss sich kurze Zeit darauf ein praktischer Versuch an, der indess keine den Berechnungen entsprechenden Resultate lieferte. Auch die tetraëderartige Form des Keilballons war bei dem Mangel eines genügend festen inneren Gestelles vollkommen unkenntlich geworden.

Hiermit hat diese Classe von Aërostaten ihren Abschluss erreicht. [2])

C. Ausnutzung der verschiedenen Luftströmungen. Verbesserung des Aerostaten in der Weise, dass sie ohne Ballast oder Gasverlust beliebig steigen oder sinken können.

Durch zahlreiche Beobachtungen ist festgestellt worden, dass sich über uns stets Luftströmungen von verschiedener Richtung befinden. Kennt man einigermassen die Hauptströmungen, so kann man bei geschickter Ausnutzung derselben sehr wohl einen bestimmten Punkt mit dem gewöhnlichen Kugelballon erreichen. Nur einer Verbesserung bedarf letzterer dann noch: man muss ihn nämlich ohne Materialverlust beliebig in der Verticalen bewegen können. Verschiedene Versuche und Vorschläge sind besonders zu diesem Zwecke gemacht worden, und diese wollen wir in Folgendem kurz anführen.

---

1) Zeitschrift d. deutschen Vereins z. Förderung d. Luftschifffahrt. Bd. II. — „Der lenkbare Segelballon von Georg Wellner". S. 161 und 172.

2) Platte's Project eines Ballons mit Segelfläche und Uebergewicht, muss mehr zur Classe der Flugmaschinen gerechnet wer[den] ... Zeitschrift d. des Vereins zur Förderung d. Luftschifffahrt 1882 ... Die Lenkung d. Luftballons mittelst einer verste[llbaren] ...

Der Gedanke, mit dem Winde zu gehen und doch sein Ziel zu erreichen, stammt von J. Montgolfier. In einem an seinen Bruder gerichteten Briefe[1]) schreibt er: „Ich sehe nur ein Mittel, eine bestimmte Richtung einzuschlagen, das ist die Kenntniss der verschiedenen Luftströmungen; diesem Studium muss man obliegen; es ist selten, dass sie in den verschiedenen Höhen nicht verschieden sind.“ Auf diese Anregung hin folgten denn bald die unglücklichen Versuche von Rozier und Zambeccari mit ihren Aëromontgolfieren, über welche früher berichtet worden ist und späterhin der des gleichfalls schon angeführten Wachstuchfabrikanten Claudius in Berlin mit seinem Steig- und Senkschirm am Gasballon.

Meusnier hoffte mit Hilfe des von ihm erfundenen Ballonets das Traggas zu comprimiren und so den Ballon in der verticalen Richtung ohne Materialverlust beweglich machen zu können.

Dupuis Delcourt[2]) hatte dann 1824 die Idee, mit fünf Ballons aufzusteigen. Seine Maschine bestand zunächst aus einem grossen Ballon, welcher die Gondel nebst Luftschiffer und Zubehör trug. Auf dem Ringe dieses Ballons war ein Stangenkreuz befestigt. An den Stangenenden waren vier kleinere Ballons an Seilen, die über Rollen liefen, angebunden. Jedes dieser Seile war ca. 1000 m lang. Dupuis Delcourt hoffte nun gewissermassen durch eine Auseinanderziehung seines Apparates denselben in zwei verschiedene Luftströmungen bringen zu können. Hatte er dieses erreicht, so konnte er, sobald er der einen oder anderen mehr Widerstandsfläche darbot, mit seiner Maschine manövriren. Am 7. November 1824 ging der Versuch mit der „Flottille Aérienne“ zu Montjean bei Paris von statten.

Sie stieg durch Ballastauswerfen sehr schnell in die Höhe; die kleinen Ballons aber legten sich dabei horizontal, so dass es den Schein erweckte, als zöge sie der grosse nach. Der Erfolg war nach Dupuis Delcourt's eigener Aussage ein vollständig negativer. Das Sparrwerk hatte sich durch die Luftfeuchtigkeit so verzogen, dass an ein Functioniren der Rollen gar nicht mehr zu denken war. Später, im Jahre 1847, versuchte derselbe Luftschiffer mit Dr. van Hecke in Brüssel den Ballon durch Anwendung von Schraubenpropellern in der Verticalen zu bewegen. Hecke's Apparat bestand aus vier ganz ein-

1) Sircos et Pallier, Histoire des Ballons. Paris 1876.

2) Manuel Roret von Dupuis Delcourt, ferner Sircos et Pallier, Histoire des Ballons. Paris 1876.

fachen, zweiflügeligen Schrauben von ca. 50 qcm Fläche. Diese wurden durch Drehen einer Kurbel alle in demselben Sinne um ihre verticalen Achsen bewegt.

Am 27. September 1847 stiegen beide zusammen auf. Selbstverständlich drehten sie dabei mit Emsigkeit an den Kurbeln und behaupteten hinterher, sie wären sofort gesunken, wenn sie damit aufgehört hätten. Die Folge dieses Versuches war, dass man die Unzulänglichkeit menschlicher Kraft für eine dem Zweck entsprechende erfolgreiche Leistung erkannte und in einer Commissionssitzung die Frage über Maschinen, die einen besseren Ersatz liefern sollten, in Erwägung zog. Die folgende Zeit ist reich an Vorschlägen, arm an Versuchen.[1])

Im „Magasin Pittoresque" wird vorgeschlagen, zwei mit Drachenflächen versehene Ballons mit einander zu verbinden. Wenn diese beiden sich in zwei Luftströmungen befinden, ist es wohl möglich, vermöge besonderer Drachenstellung unter Ausnutzung der verschieden gerichteten Windstärken zu operiren. Man hat dann auch ferner vorgeschlagen, das Ballongas künstlich durch Erwärmung auszudehnen oder aber einen Theil desselben comprimirt mitzunehmen.

Der Ingenieur Vaussin-Chardanne wollte im Innern des nicht vollständig gefüllten Gasballons eine Montgolfiere anbringen. Durch eine in der Gondel angebrachte besondere Heizvorrichtung sollte diese aufgeblasen werden und dann den Ballon zu weiterem Aufsteigen veranlassen.[2])

Später wurde dieser Gedanke mit geringen Abänderungen der Constructionen von Bouvet in Paris sowie von Lieutenant Pawell[3]) in London wieder angeregt.

Der letzte praktische Versuch fand während der Belagerung von Paris statt. Statt des Ballastes nahm der Ingenieur Joulie[4]) damals metallene Behälter mit, welche comprimirtes Gas enthielten. Mittelst einer Compresspumpe waren diese Behälter mit dem Ballon in Verbindung gebracht, so dass das Gas wieder comprimirt werden konnte. Nach den Berichten soll sich diese Methode bewährt haben; wunderbar

1) Dupuis Delcourt. Manuel Roret, p. 264.
2) Vaussin Chardanne. De l'Aérostation sérieuse. Paris 1858.
3) Journal of the Royal United Service Institution. Bd. XXVII, No. 122. 1883.
4) Mauder, Geschichte d. Luftsch. Wien 1880.

erscheint es dann, dass man sich ihrer nicht ferner bedient, sondern immer noch bei dem uralten Gas- und Ballastabgeben verbleibt.

An interessanten Vorschlägen sind noch folgende erwähnenswerth: Der französische Mechaniker Jobert[1]) wollte das Ballongas dadurch comprimiren, dass er den Appendix durch Zug mittelst über Rollen laufender Seile der Ballonkrone näherte. Es ist selbstverständlich an eine Ausführung eines solchen Projectes nicht zu denken, so lange unsere Ballonstoffe nicht widerstandsfähiger gegen inneren Ueberdruck und Diffussion des Gases gemacht werden können.

Prechtl[2]) glaubte, ein kupferner Ballon mit inneren Leistenversteifungen würde diese Anforderungen erfüllen. In diesen wollte er dann einen dehnbaren Lederballon hineinsetzen, welcher von der Gondel aus durch einem Ventilator beliebig aufgeblasen werden konnte, ebenso wie das Meusnier'sche Ballonet.

Prof. Dr. Meissel in Kiel[3]) meinte in der Verwendung zweier zusammenhängender Ballons, deren einer mit Leuchtgas gefüllt ist, während der andere mit Ammoniak gefüllt werden kann, ein Mittel zur Lösung der Aufgabe gefunden zu haben. In der Gondel sind die Recipienten mit Ammoniak, welche einerseits den Gasverlust des grossen Ballons ausgleichen, andererseits ein Höhersteigen durch Füllung des kleinen Ballons ermöglichen sollten. Das Ammoniakgas wurde aus dem Ballon herausgezogen und unter acht Atmosphären comprimirt, sobald der Ballon wieder eine tiefere Gleichgewichtslage erhalten sollte. Durch seine sehr eingehenden Berechnungen kam Meissel selbst darauf, dass ein Zurückpumpen des Ammoniaks zu viel Zeit und Arbeit erfordert und daher nicht praktisch durchführbar erscheint.

Der Chemiker Ziem wollte das Ammoniak in Wasser gelöst mitführen und durch Erwärmung frei machen. Die Arbeit des Zurückpumpens wird dadurch erspart; denn es genügt, das Gas mit dem Wasser in Verbindung zu setzen, um es nach kurzer Zeit wieder mit demselben vereinigt zu haben. Leider werden aber die meisten Stoffe durch Ammoniak stark angegriffen. Der Russe Graf Apraxine wollte einen ringförmigen und einen Kugelballon bauen, die vereinigt einen

1) L'Aéronaute.

2) Prechtl, Ueber die Mittel, den Luftbällen eine sichere und dauerhafte Construction zu geben. Wien 1824.

3) Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. I, 1881, S. 44.

gewissen Auftrieb besassen. Der Ringballon allein war indess schwerer, als die Luft. Nach der Art Depuis Delcourt's wollte er nun durch eine lange Seilverbindung beide Ballons von einander entfernen und in derselben Weise, wie dieser Luftschiffer mit seiner „Flottille Aërienne", operiren. Die Anwendung von eigenartigen Windschrauben, Klappenrudern, ähnlich denen, die Lunardi 1784 in London gebrauchte, hat sich Graf Apraxine für besagten Zweck patentiren lassen.[1]) Ein weiterer Gedanke von ihm ist die Anwendung zweier Fallschirme. Er lässt einen geschlossenen Fallschirm durch einen kleinen Ballon in die Höhe bringen und will dann durch ein schnelles Herunterziehen desselben, wobei dieser sich öffnet, eine Zugkraft nach oben erreichen; damit diese Arbeit nicht unterbrochen wird, ist der Ballon mit zwei solchen Schirmen ausgerüstet, die wechselseitg wirken. Ebenso lässt er umgekehrt Gewichte an Fallschirmen langsam herabschweben, um die momentane Entlastung zum Steigen auszunützen. Es wird überflüssig sein, hier näher darauf einzugehen, wie sich in Wirklichkeit ein solcher Versuch gestalten würde. Der Vorschlag, lebendigen Ballast in Form von abgerichteten Vögeln mitzunehmen, ist entschieden lebensfähiger.

D. Die länglichen Aerostaten.

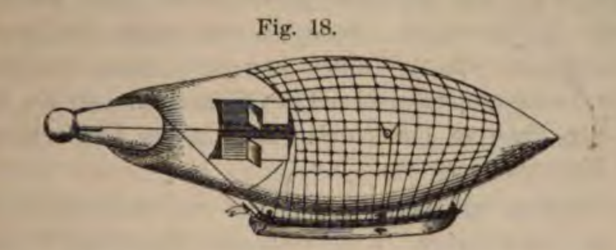
Die länglichen Ballons von Georg Stuwer in Wien und den Gebrüdern Robert in Paris sind uns bereits bekannt. Nach ihnen wurden bis zum Jahre 1834 keine mehr gebaut, desto mehr aber projectirt. Einzelne dieser Projecte sind seiner Zeit vielfach erörtert worden, und verdienen um so mehr, auch hier nicht übergangen zu werden, als sie theilweise zur Entwicklung dieser Classe von Ballons beigetragen haben. Während eine Partei nach dem Fehlschlagen der Lenkversuche mit dem Kugelballon ihr Heil in dem Studium und der zweckmässigen Ausnutzung der Luftströmungen suchte, wollte die andere die Hoffnung auf ein endliches Gelingen noch nicht aufgeben. Letztere ging nur nunmehr von anderer Voraussetzung aus, indem sie sagte: der Ballon schwimmt in der Luft, wie ein Fisch im Wasser; will man ihm also eine Eigenbewegung ertheilen, so muss er auch dem Fisch entsprechend gebaut sein. Dem von Graf Milly[2]) angeregten Gedanken folgte bald

1) Deutsches Reichs-Patent Nr. 6372 und 1649.
2) Faujas de Saint-Fond, Bd. II, S.

6 ein diesbezügliches von Baron von Dalberg[1]) ausgearbeitetes ject. (Fig. 18.)

Vier im hinteren Theile befindliche Windräder sollten diesen auf rkwürdige Weise vorwärts treiben. Dalberg glaubte nämlich, der

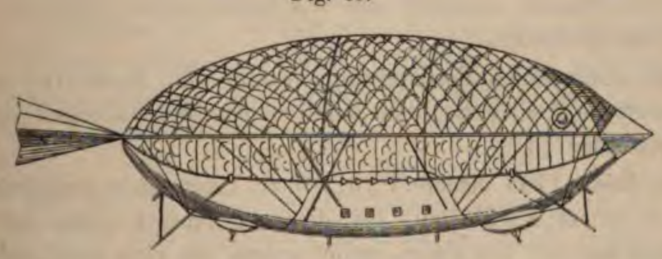
Fig. 18.



den Seiten des Fisches vorbeistreichende Wind würde sie in Begung setzen, dann die in das Gehäuse mitgerissene Luft comprimiren d somit einen Druck auf den grossen Ballonkörper gegen die Windhtung ausüben. Statt eines Steuers hatte er einen Luftball am ntertheil seines Ballons angebracht.

Im Jahre 1789 trat der Franzose Baron Scott (Fig. 19.) mit em noch mehr sich der Fischform anlehnenden Projecte auf.[2]) Sein

Fig. 19.



llon sollte einen Sack von 100 Fuss Länge und 40 Fuss Durchsser bilden. Derselbe sollte aus zweifach übereinander genähtem lenirten sowie mit doppeltem Seidenpapier gefüttertem starken Taffet stehen. Einige Holzringe geben der ganzen Maschine einen Halt. e Lenkleinen des hinten befindlichen Doppelsteuers wollte er durch

1) Lichtenberg's Magazin, Bd. III, S. 1. Bemerkung. Baron Dalberg r Coadjutor in Mainz.

2) Aérostat Dirigeable a volonté par M. le baron Scott.

den Ballon durchlegen. Die Gondel sollte im Fischleibe angebracht werden. In ihr befanden sich auch die Hebeleinrichtungen zum Bewegen der Flossen, deren je sechs auf jeder Seite sassen. Der Ball hatte ausserdem drei Säcke, deren zwei hinten, einer vorn sass; sie sollten die Fischblase vertreten; Scott meinte, dass der Luftfisch auf dem Boden bleiben würde, wenn das Gas durch Einziehen aller drei Säcke comprimirt wäre. Würden nun die hinteren oder die vorderen eingezogen, so müsste entsprechend das Hintertheil oder der Kopf sinken, während der Fisch in horizontaler Lage in der Luft schwimmt, wenn alle drei Blasen heraustreten.

Viel Erfolg verheissender war das um dieselbe Zeit geschaffene Project des französischen Genie-Generals Meusnier.[1]) Sein Ballon war eiförmig und bestand aus einer doppelten Hülle. Die äussere war sehr widerstandsfähig, die innere mit Gas gefüllte elastisch. Meusnier wollte durch Einblasen von Luft zwischen beide Ballons auf die ganze innere Gasblase einen Druck ausüben. Meusnier begnügte sich dabei mit einer inneren Spannung von 0,08 Atmosphären.

Es ist klar, dass nach der Theorie dieser innere Ueberdruck in Folge der eingeblasenen Luft den Ballon, der sein Volumen nicht verändern konnte, schwerer machen, also zum Sinken bringen musste. War er nun in eine dichtere Luftschicht gelangt, so konnte der Druck wieder von Neuem vermehrt und das Sinken somit fortgesetzt werden bis auf den Erdboden.

Zur horizontalen Fortbewegung wollte sich Meusnier einer Art Schraubenwelle bedienen, über deren nähere Beschaffenheit Nichts bekannt geworden ist.

Im Jahre 1705 machte Pauly[2]) zu Paris einen praktischen Versuch mit einem Fischballon, bei dem die Flossen unter der Gondel angebracht waren. Die Fahrt verlief indess wie eine ganz gewöhnliche mit einem Kugelballon. Pauly soll sich dann in England mit einem gewissen Egg zusammengethan und dort einen Riesenluftfisch gebaut haben, von dem aber nichts weiter verlautet.

Kurz darauf, im Jahre 1807, trat Prof. Zachariae, Lehrer der Mathematik zu Kloster Rossleben, mit seinem Luftfischproject in die Oeffentlichkeit. Sein Ballon bestand aus drei Gaskugeln, die durch ein

1) Marcy Monge, Étude sur l'Aérostation.
2) Zachariae, Geschichte der Luftschwim

Holzgestell mit einander verbunden waren und einen gemeinschaftlichen Ueberzug hatten. Zur Fortbewegung sollten einfache Ruderflügel dienen, welche Zachariae im Wasser thatsächlich erprobt hatte.[1])

Der Franko-Amerikaner B. Chas. Génet wich bei seinem 1825 auftauchenden Projecte von der Fischform gänzlich ab; er wollte dem Aërostaten die Schildkrötenform geben.[2]) Zwei riesige, seitlich angebrachte Schaufelräder, die durch mitgenommene Pferde vermittelst Göpelwerke getrieben wurden, sollten den Apparat vorwärts schaffen.[3])

Ein von Graf Lennox im Modell gebauter Ballon hatte die Form eines Cylinders mit an den Endflächen aufgesetzten Kegeln.[4]) Der im August 1834 damit auf dem Marsfelde zu Paris angestellte Versuch nahm keinen günstigen Verlauf.

Es wäre dann ferner das Luftschiff des Italieners Polli[5]) erwähnenswerth. Polli wollte einen sackartigen länglichen Ballon auf einem Holzrahmen von der gleichen Abmessung befestigen. An diesen Rahmen sollte hinten ein von der Gondel aus drehbarer Fischschwanz angebracht werden. Ein Steigen und Fallen sollte durch directe Erwärmung des Traggases erzielt werden. Der Ballon hatte zu diesem Zweck eine von der Gondel aus nach oben im Zickzack laufende innere Metallröhren-Construction, durch welche die vermittelst einer mitgenommenen Spirituslampe erzeugte warme Luft durchgetrieben werden sollte. Es ist begreiflich, dass sich das Gas schon bei geringer Erwärmung erheblich ausdehnen und der Ballon somit steigen musste. Die horizontale Bewegung hoffte er, allein durch ein Hin- und Herdrehen des Schwanzes erreichen zu können. Für längere Fahrten empfiehlt Polli statt des gewöhnlichen Handbetriebes eine magnet-elektrische Maschine.

Er sagt darüber: „Auf einer grösseren Reise leistet die elektromagnetische Kraft dem Aëronauten vortheilhafte Dienste durch einen an die Handhabe (zum Drehen des Schwanzes) befestigten Magneten, welcher auf zwei andere, ihm zur Seite befestigte Hufeisen-Magnete

---

1) Gilbert's Annalen d. Physik 1812, S. 11.

2) Dieselbe Form schlug 1877 der russische Admiral Sokownine wieder vor, siehe L'aéronaute 1877.

3) Dupuis Delcourt, Manuel Roret.

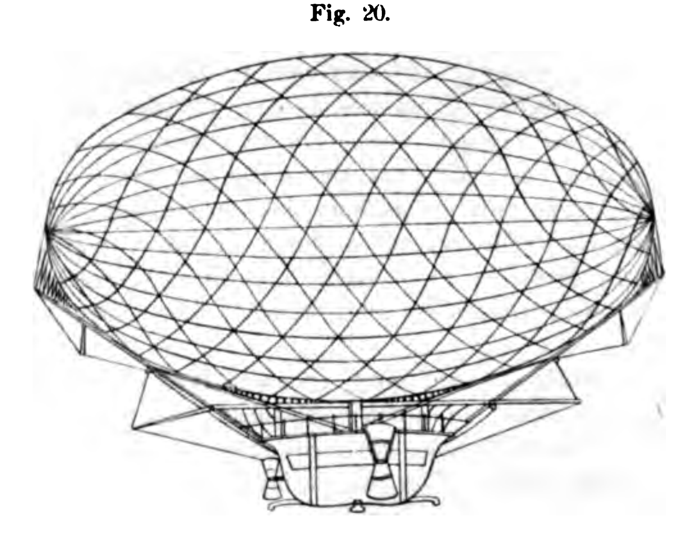
4) Dupuis Delcourt, Manuel Roret, Astra Castra von Hatton Turnor und Dingler's polytechn. Journal 1836.

5) Dingler's polytechn. Journal, Bd. 79. — Mechan. Magazine 1850, Nr. 883, S. 98.

wirkt. Die Anziehungskraft kann durch einen von einem kleinen vanischen Trog ausgehenden elektrischen Strom, welcher mittelst M drähten, die um die Magnetstäbe herum angebracht sind, geleitet sehr gesteigert werden. Wechselt man die Pole, so wird die Han von der einen Seite stark angezogen und zu gleicher Zeit von anderen abgestossen werden, und bei wiederholtem Wechsel wir Anziehung und Abstossung in der entgegengesetzten Richtung finden. Ein Mechanismus, um die Pole nach der ersten Anregun wechseln, kann leicht construirt und durch dieselbe Bewegung, w die Handhabe soeben eingenommen, in Thätigkeit gesetzt werden." Vorläufer der später von Tissandier in die Aëronautik eingefül Elektro-Dynamo-Maschine ist dieser Vorschlag des Italieners Polli wiss nicht ohne Interesse.

Ein neues Project bot 1843 der Ingenieur Partridge in sei „Pneumodromon" [1]) (Fig. 20 u. 21).

Fig. 20.

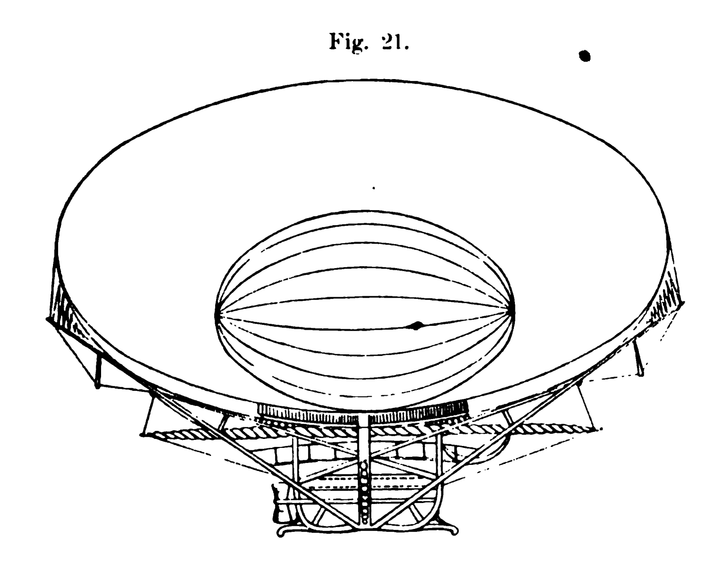


Sein Ballon hatte die Form eines Sphäroides, dessen Länge, und Breite sich verhält wie 7 : 4 : 2. Im Innern sollte sich ein Ballon (Fig. 21) (Meusnier's Ballonet) befinden, [illegible] vierte des Grossen ausfüllt und mit Luft aufgeblasen

1) Mechan. Magazin 1843. — Illustr

Grossen in der Oberfläche straff zu erhalten, dann aber auch, um (nach Meusnier) einen Druck auf das Traggas auszuüben und dadurch den Ballon zum Sinken zu bringen. Ferner hoffte Partridge auch die

Fig. 21.



durch den Verbrauch des Brennmaterials für die als Motor dienende Dampfmaschine eintretende Gewichts-Verminderung des Aërostaten durch Operiren mit dieser Luftblase aufheben zu können. Zur Vermehrung der Steigkraft war ausserdem noch gesorgt durch ein am Bauch des Ballonkörpers gedachtes Röhrensystem, welches durch die Dampfmaschine geheizt werden sollte und demnach das Traggas erwärmen und ausdehnen musste. Die Längsachse des Ballons erhielt ihre Steifigkeit durch ein sich fest an diesen anschliesendes Sparrwerk, auf welchem sich das Röhrensystem stützt. Der Ballon sollte unterhalb der Röhren zur grösseren Sicherheit mit Metallplatten bedeckt werden. Mit dem Sparrwerk ist auch die Gondel starr verbunden. Als Träger des ganzen Gespärr's erhebt sich in ihrer Mitte eine starke hohle Säule von durchbrochener Eisenconstruction. In dieser befindet sich eine Spiralfeder von grosser Kraft, welche gegen einen aus dem Boden hervorstehenden Puffer drückt, um den Stoss bei der Landung aufzufangen. Ausserdem sind an den Bodenkanten der kastenartigen Gondel noch starke Federpuffer befestigt.

Ueber die Maschine selbst hat Partridge Nichts hinterlassen, als

dass sie bei geringstem Gewicht und kleinstem Raum eine verhältnissmässig grosse Wirkung erzielen müsste. Es sollte eine rotirende Maschine mit Hochdruck sein und flüssiges Brennmaterial verwendet werden. Sie musste drei Spiralwindräder treiben. Der Ballon war ausserdem mit Segeln und zwei horizontal liegenden Windrädern ausgerüstet. Partridge glaubte nämlich, er könnte seinem Apparat Bewegung ertheilen, wenn er künstlichen Wind in die Segel blies (!), eine Ansicht, die übrigens auch heutzutage mitunter wiederkehrt. Es nahte nun die Zeit, wo Lust und Liebe zur Luftschifffahrt wieder erwachte und es in Folge dessen auch zur Ausführung von Projecten kam.

Graf Jullien begann damit, sein Ballonmodell in Gestalt eines Fisches von 22 Fuss Länge herzustellen. Er stieg am 6., 7. und 10. November 1850 zuerst in der Reitschule, später im Hippodrom zu Paris auf und soll sogar gegen einen schwachen Wind vorwärts gekommen sein. Der Motor bestand aus einem Uhrwerk, welches zwei zu beiden Seiten des Vordertheiles sitzende Schraubenflügel in Rotation versetzte.[1])

Jenseits des Kanals hatte Bell einen lenkbaren Ballon erbaut, der vom Vauxhallgarten aufstieg, bezüglich seiner Lenkbarkeit aber Fiasco machte. Der Ballon war ein Cylinder mit conischen Enden von 50 Fuss (17 m) Länge und 20 Fuss ($6^3/_5$ m) Durchmesser. Er war aus bestem Seidenstoff gefertigt und mit einem sehr dichten Netz aus starken weissen Seidenbändern umgeben. Dieses schnürte gleichzeitig den Ballon eng an ein Gestell aus Metallröhren an, welches mit seinen Enden bis zur langen Ballonachse hinaufreichte. Der Gedanke, wie der Apparat fortbewegt werden sollte, war der vorhin von Polli erwähnte. Die Hauptsache des ganzen Apparates war demnach der Schwanz desselben, welcher durch einen complicirten Mechanismus mit Handbetrieb bewegt werden sollte.[2])

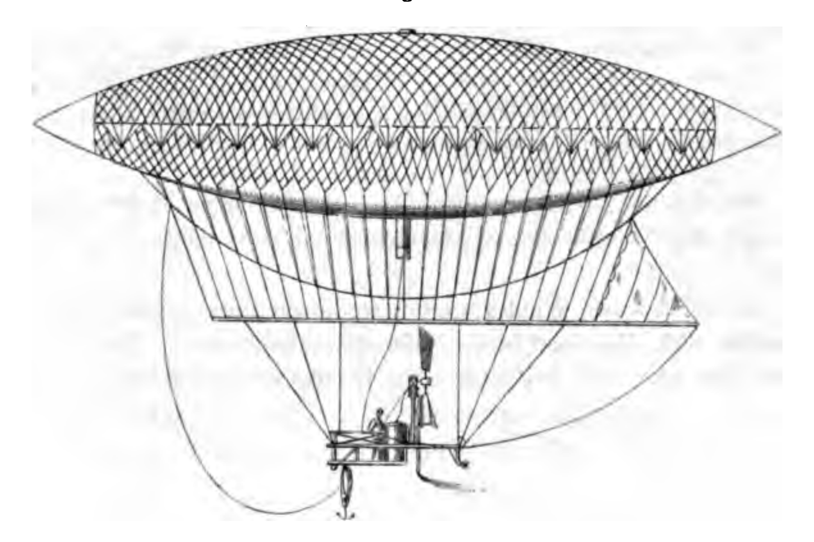
Es ist leicht möglich, dass die glücklich ausgefallenen Versuche Jullien's den damals einfachen Schlosser, späterhin so berühmt gewordenen Erfinder des Injectors der Dampfmaschine, Henry Giffard, anregten, sich gleichfalls mit der Lösung des Problems zu beschäftigen.

---

1) Biedenfeld, Die Luftballone. S. 264.
2) Ibid. S. 235.

Giffard war ein genialer Mensch, der zu Stande brachte, was or ihm Niemand auszuführen wagte. Im Jahre 1852 stieg er in einem inglichen Ballon (Fig. 22) auf, der thatsächlich als Motor eine Dampfaschine hatte. Der Aërostat hatte die Form einer Spindel von 44 m


Fig. 22.



änge und 12 m grösstem Durchmesser. Sein Volumeninhalt fasste 500 cbm; die Auslaufleinen des ihn umgebenden Netzes liefen nach iner 6 m unter dem Ballon befindlichen, 20 m langen Stange. Weitere m tiefer hing an dieser befestigt die Gondel mit der Dampfmaschine. n einem Ende der Stange war zum Steuern ein dreieckiges Segel ngebracht.

Die Maschine bestand aus einem stehenden Kessel ohne Röhren, er zum Schutz gegen Feuergefahr mit feinem Drahtgeflecht vor dem euerungsraum versehen war. Eine Röhrenleitung führte vom Kessel ach dem aufrechtstehenden Cylinder, der an einem für die dreiflügege Propellerschraube an der Gondel errichtetem Gestell angebracht ar. Die Feuerung wurde durch Coaks bewerkstelligt; der Schornein war zu grösserer Sicherheit nach unten u-förmig umgebogen. ie Maschine soll eine Stärke von drei effectiven Pferdekräften gehabt

Die Gewichtsverhältnisse des Aërostaten waren folgende:

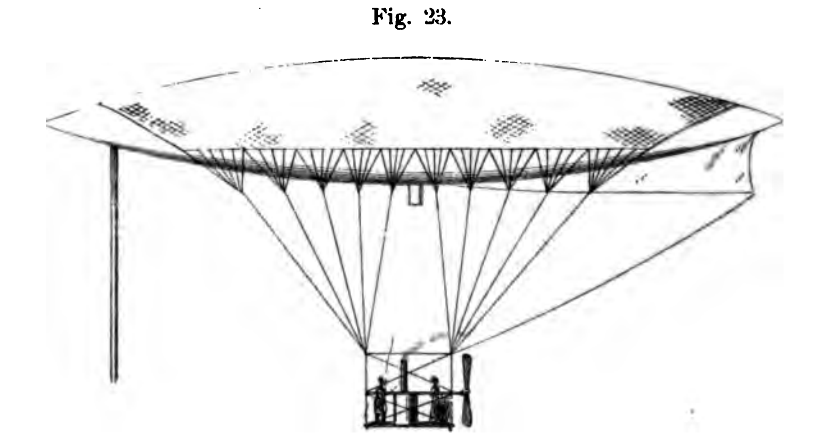
Ballon mit Ventil	320 kg
Netz	150 „
Stange, Aufhängung, Steuer, Takellage . .	300 „
Maschine mit leerem Kessel	150 „
Wasser und Coaks in demselben bei der Abfahrt	60 „
Fundament der Maschine, Gondel, Zubehör etc.	420 „
Schlepptau	80 „
Luftschiffer	70 „
Summa	1550 kg
bei einem Gesammt-Auftrieb von	1625 „

(1 cbm Leuchtgas à 650 g Auftrieb als mittlerer Werth angenommen.)

Bei der am 24. September 1852 stattfindenden ersten Fahrt erwies sich der Aërostat als vollkommen stabil und sicher gegen Feuersgefahr.

Die Stärke des Windes gestattete es allerdings nicht, den Ballon vermittelst der Maschine in die Gewalt zu bekommen. Nur in windstillen Momenten will Giffard eine Eigengeschwindigkeit des Ballons

Fig. 23.

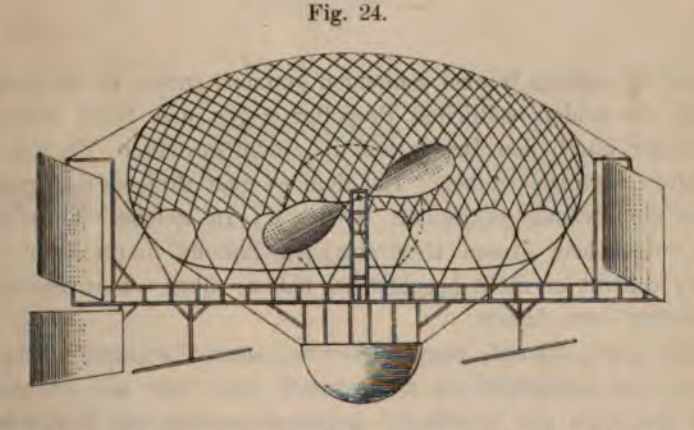


von 2—3 m erreicht haben. Die grösste von ihm erreichte Höhe war 1800 m, er landete ohne Unfall bei Trappe. Gefährlicher verlief eine mit einem neuen verbesserten Luftschiff 1855 unternommene zweite Fahrt. (Fig. 23.) Dieser zweite Aërostat Giffard's war der grösste längliche, welcher bis heute jemals gebaut worden ist. Er war wie der erste spindelförmig, hatte aber eine Länge von 72 m bei einem

rchmesser von 12 m. Die Stange war der Spindelform angepasst und gewissermassen als Rückgrat über dieselbe hin. Das Netz war mit ser Stange verbunden; von ihm liefen die Auslaufleinen nach den r Ecken des sehr tief unter dem Ballon hängenden Gondelgestells.[1] ber Veränderungen an der Maschine verlautet nichts Näheres. Aus Zeichnung ist indess ersichtlich, dass der Schornstein diesmal nach en gerichtet war und nur einen kurzen rechtwinklichen Ansatz hatte. ch dieser Ballon zeigte sich bei der Fahrt, die Giffard mit dem ftschiffer Yon zusammen machte, vollkommen stabil. Als er indess den wollte, glitt das nur durch die Schwere der daran hängenden st auf dem Ballon haftende Netz mit Gondel und Maschine herab. r der geringen Höhe, in welcher sich die kühnen Luftschiffer gerade diesem Moment über dem Erdboden befanden, hatten sie ihr ferneres sein zu verdanken. Der Ballon zerplatzte und die Maschine war rch den Fall zerstört.

Diese Misserfolge schreckten eine Zeit lang von weiteren Unternmungen ab. In Folge dessen reiht sich nunmehr eine Zahl neuer jecte hier an. Eine Frucht zehnjähriger Arbeit war das 1864 in er Broschüre („Solution du Probléme de la navigation dans l'air par direction des Aërostats.") auftauchende von David. (Fig. 24.) Dieser

Fig. 24.

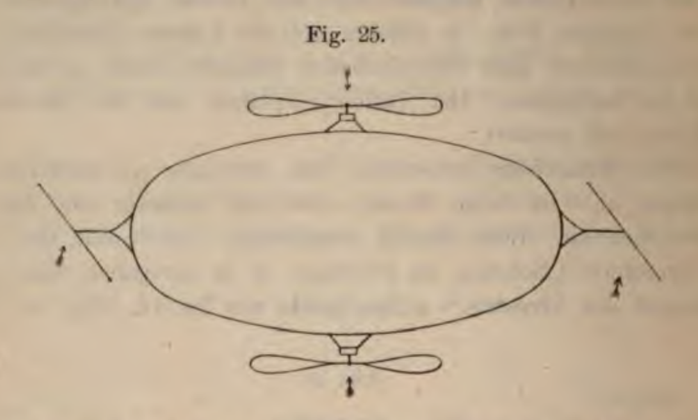


llte ein Vorwärtsbewegen des Aërostaten durch Segel in Verbindung Schraubenpropeller erreichen. Der Ballon war eiförmig, hatte im

1) **Bemerkung.** Nach persönlichen Mittheilungen des Civilingenieurs Cohen Berlin, eines ehemaligen Mitarbeiters von Henry Giffard.

Innern ein Ballonet und war an einem Sparrwerk vermittelst seines Netzes befestigt. An demselben Sparrwerk sassen zu beiden Seiten des Ballons je eine Propellerschraube und an jedem Ende eine drehbare vertical stehende Ebene. Die Gondel befand sich dicht unter dem Sparrwerk in starrer Verbindung mit demselben. Vor und hinter derselben war je eine um eine Verticalachse drehbare Fläche angebracht und schliesslich an einem Ende ein Steuer. Bei einem zweiten Project hat der Aërostat statt der Vertical-Ebenen vorn und hinten noch je eine Propellerschraube, in Höhe der Gondel dagegen zwei Vertical- und zwei Horizontal-Ebenen. (Fig. 25) David meinte nun, er würde die Luft-

Fig. 25.



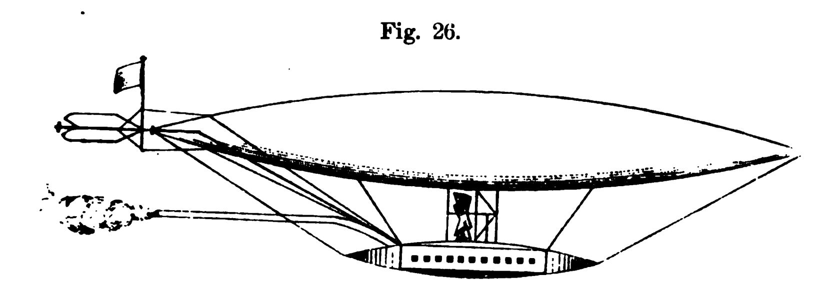
strömung im rechten Winkel schneiden können; indem er bei dem ersten Projecte die beiden seitlichen Propeller gegen den Wind wirken liess, sollte dieser durch den Druck auf die schief gestellten Vertical-Ebenen den Ballon vorwärts treiben. Bei dem zweiten Projecte dagegen sollten letzteres die Propellerschrauben bewirken. In welcher Weise die dem Winde zugekehrte grosse Breitseite des Ballons hierbei zur Geltung gelangt, scheint er nicht beachtet zu haben; über seinen Motor hat er leider nichts hinterlassen.

Ein Jahr darauf begann bereits unser Landsmann Haenlein sich mit der Luftschifffahrt zu befassen und trat mit einem neuen Project auf. Da der betreffende Ingenieur später mit Thatsachen vor die Welt getreten ist, können seine Anfangsstudien übergangen werden.

In Amerika machte Rufus Porter 1870 Versuche mit einem lenkbaren Ballon (Fig. 26). Es war dieser nur ein Modell von 6,71 m Länge und 1,22 m Durchmesser, welcher durch eine innerlich von Spitze zu Spitze laufende Stange gesteift war. Das Luftschiff wurde durch

e kleine Dampfmaschine bewegt und soll in der grossen Börsenhalle Washington immerfort im Kreise herumgeflogen sein. Die „Newrk true Sun" schrieb darüber: „Das Modell des Luftdampfers wurde

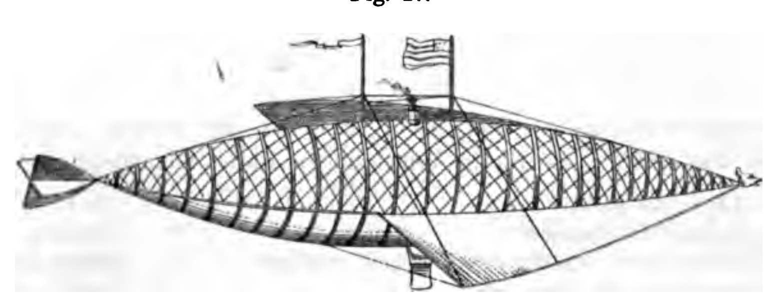
Fig. 26.



tern Nachmittags wieder mit brillantem Erfolg in der Börse probirt. Mal hinter einander durchflog es den Kreis der Rotunde, seinem uer gehorchend, gleich einem mit Leben begabten Wesen". Porter ıte später einen grösseren Ballon, wandte aber einen Firniss an, der Hülle zerfrass.

Zu derselben Zeit erbaute F. Mariott zu Shell-Mount-Lake bei Francisco sein Luftschiff „Avitor" (Fig. 27). Es war 11,28 m lang,

Fig. 27.



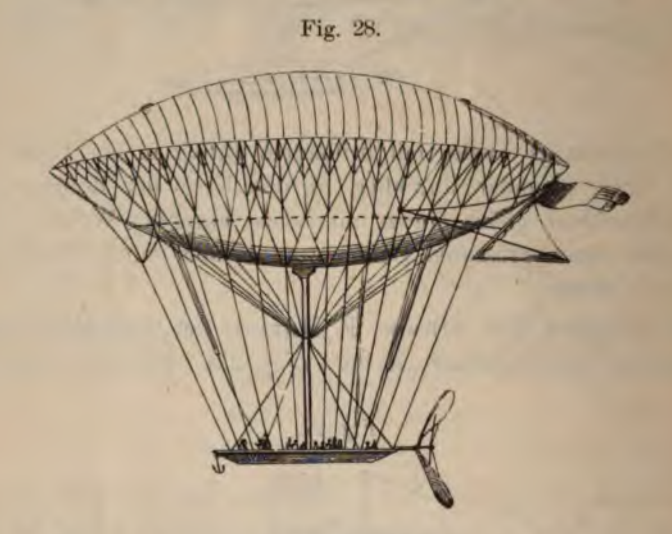
i 3,35 m grösstem Durchmesser. Unterhalb der Mitte lief um den llon ein Rahmen von Draht, Holz und Rohr. Bei Windstille arbeitete r Apparat mit seiner Dampfmaschine ganz gut. Es wurde in Folge sen in Amerika nicht schwer, eine Dampf-Luftschifffahrtsgesellschaft ı gründen. Der Wind blies indess Ballon nebst Actiengesellschaft weg.

rung von Paris 1870/71 machte den Franzosen den n Luftballons recht wünschenswerth. Die Regierung

ertheilte daher noch während der Belagerung dem bekannten Marin Ingenieur Dupuy de Lome den Auftrag, einen solchen zu construir In Folge unvorhergesehener Schwierigkeiten zog sich die Fertigstellu dieses Aërostaten sehr in die Länge. Dupuy de Lome selbst bedurf erst der Zeit, um sich in das ihm bisher fremd gewesene Gebiet ei zuleben.

Im Jahre 1872 war endlich mit vielen Kosten der Bau des Luft schiffes vollendet (Fig. 28). Es hatte gleichfalls wie das Giffard'sch

Fig. 28.



die Spindelform, indess war das Verhältniss der kurzen zur lange Achse wie 1 : 25. Die Haupt-Abmessungen waren folgende:

Länge des Ballons	36,12 m
Grösster Durchmesser	14,84 m
Cubikinhalt (nach der Rotationsfigur berechnet) . . .	3454,4 cbm
Cubikinhalt des Ballonets	345 cbm
Oberfläche des Ballons	1225 qm
„ „ Ballonets	170 qm
Grösster Durchschnittskreis des aufgeblasenen Ballons .	172 qm
Entfernung des oberen Gondelrandes von der langen Achse des Aërostaten	10,5 m
Ganze Höhe des Ballons von oben bis zum Kiel der Gondel	29,12 m
Länge des Weidengeflechtes an der Gondel	6,5 m
Totallänge der Gondel von Spitze zu Spitze	12,6 m
Grösste Breite der Gondel	3,36 m

Durchmesser der Schraube	9 m
Zahl der Flügel	2
Tourenzahl, berechnet für eine Geschwindigkeit von 2,22 m pro Secunde oder 8 km pro Stunde	21

Dupuy de Lome führte eine eigenartige Netzconstruction ein, s sogenannte Netzhemde. Der Ballon hatte einen Stoffüberwurf, welchem sich in Höhe des Aequators die Auslaufleinen ansetzten, e zur Aufhängung der Gondel dienten. Der tiefer liegende Saum eser Decke war noch ein Mal mit Auslaufleinen besetzt, die ein neres sogenanntes Balanciernetz bildeten, indem sie tangential vom allon herablaufend sich alle erst in einem Punkte schnitten und dann n diesem nach der Gondel herabliefen.

Hierdurch sollte eine Verschiebung der Gondel bei der eintreten-n Motorenwirkung vermieden werden. Das Steuer bestand aus einem eieckigen Segel, das unter dem Ballon nahe der hinteren Spitze an-setzt war und unten durch eine horizontale 6 m lange drehbare Stange halten wurde. Zwei Leinen zum Manövriren liefen über Rollen in e Gondel zum Platz des Steuermanns herab. In der Gondel befand ch ausser dem Ventilator zum Aufblasen des Ballonets, dem Ballon-ubehör u. s. w. noch Platz zur Aufnahme von 14 Menschen. Von esen sollten vier bis acht die Welle der Propellerschraube drehen. ie Achse derselben war, um Beschädigungen bei der Landung zu erhüten, zum Aufklappen eingerichtet. Der Ballon besass zwei entile. Die Zugleinen derselben gingen durch die beiden unten zu-ebundenen schlauchartigen Appendixe (pendentifs) nach der Gondel erab. Der dritte mittlere Appendix stellte die Verbindung zwischen allonet und dem Ventilator her.

Am 30. Januar 1872 begann die Füllung des auf Fort Neuf ei Vincennes untergebrachten Aërostaten. Das Wasserstoffgas ent-ickelte Dupuy de Lome in 40 Tonnen; nach drei Tagen war die üllung beendet.[1])

Am 2. Februar wurde bei sehr ungünstigem windigen Wetter um Uhr 15 Minuten die Auffahrt unter Leitung des Luftschiffers Yon nternommen. Der Ballon hielt sich durchschnittlich 500 — 600 m hoch. er Wind hatte eine Geschwindigkeit von 12 — 17 m pro Secunde; ie Eigenbewegung des Luftschiffes war nach Manometer-Messung

1) L'Aéronaute 1872, p. 50.

2,35 — 2,82 m pro Secunde. Es war also unmöglich gegen den Wind anzukommen; gleichwohl will Dupuy de Lome eine Ablenkung von der Windrichtung um ca. 10° erreicht haben. Um 3 Uhr landete er bei Montécourt unweit Noyon. Die französische Regierung, welche die Unkosten dieses Experiments getragen hatte, war über den Ausfall wenig erfreut. In Folge dessen wurde auch von jedem ferneren Versuche Abstand genommen und das kostbare Material unter den Hammer gebracht. Die Mühe, welche sich Dupuy de Lome um das Gelingen der Sache gegeben hatte, verdient volle Anerkennung. Der Aërostat war auf Grund eingehendster mathematischer Berechnungen construirt worden. Freilich hatte der Erbauer sich vordem niemals mit Luftschifffahrt beschäftigt, sonst hätte er der Geschwindigkeit der Luftströmungen sicherlich mehr Beachtung gewürdigt.

In demselben Jahre begann man auch in Deutschland Versuche mit lenkbaren Luftschiffen anzustellen. Der Ingenieur Paul Haenlein aus Mainz hatte bereits im December 1870 in der Fruchthalle seiner Vaterstadt ein Modell construirt, welches vollständig allen an ein lenkbares Luftschiff zu stellenden Anforderungen in dem abgeschlossenen Raume entsprach. Haenlein wandte indess einen Gasmotor als treibende Kraft an.[1]) Diese Idee, das Ballongas selbst als Betriebsmaterial zu verwerthen, muss entschieden als eine sehr glückliche und vielversprechende bezeichnet werden. Der Modellballon war ca. 11,8 m lang und hatte 3,5 m grössten Durchmesser; zur Versteifung der Längsachse des eiförmig gestalteten Aërostaten war ein langer Holzrahmen durch das Netz fest an denselben angeschnürt. An diesem Rahmen befand sich vorn ein Schraubenpropeller und eine kleine Lenoir'sche Gasmaschine mit Funkeninductor, hinten ein grosses viereckiges Steuer.

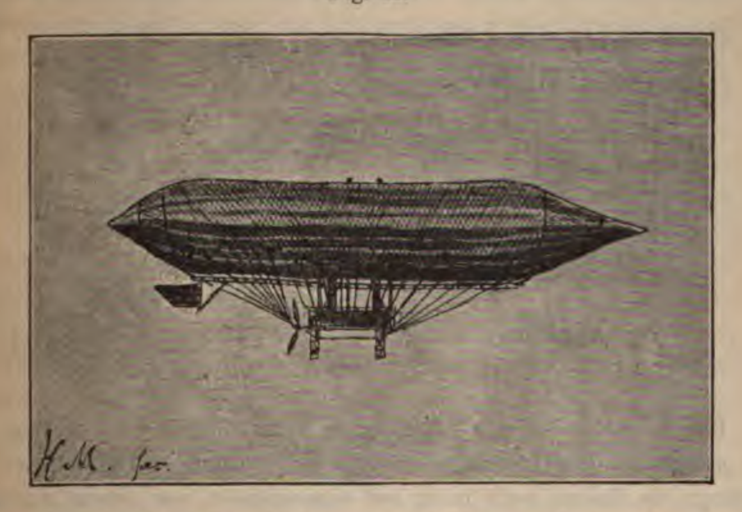
Im Jahre 1871 wurden nun diese Versuche im Sophiensaale zu Wien mit Erfolg wiederholt. Es bildete sich daselbst bald eine Gesellschaft unter dem Vorsitz des Barons von Oppenheimer, welche dem Erfinder mit der Ausführung eines grossen derartigen Luftschiffes beauftragte. Was an der Construction Haenlein's als besonders charakteristisch hervorgehoben werden muss, das sind die ganz neuen Principien, auf denen der Bau beruht. (Fig. 29.) Haenlein legte bei allen seinen Berechnungen die Hydro-Mechanik zu Grunde. In Folge dessen gab er seinem Aërostaten die Körperform, die er durch Ro-

---

1) Bei seinem Project 1865 hatte Haenlein sich die Anwendung des Gasmotors bereits patentiren lassen.

on der im Wasser-befindlichen Kiellinie eines Schiffes erhielt. Er hte ferner die Gondel, welche als Träger des Motors diente, möglichst e an den Ballon heranzubringen und durch Vermittlung des die gsachse desselben versteifenden Rahmens so fest mit ihm zu ver-

Fig. 29.



nden, dass jegliche Verschiebung unmöglich wurde.[1] Der Aërostat tte eine Länge von 50,4 m, einen Durchmesser von 9,2 m und ca. 408 cbm Inhalt. Die Hülle bestand aus Seidenstoff, der innen und ssen mit Kautschuk überzogen war. Er war mit einem Netz von 10 cm aschenweite umgeben, deren Auslaufleinen vom Ballon über den hmen tangential nach der Gondel herabliefen. Unter der Gondel urden die Leinen verschiedenfach diagonal verbunden, um die oben wähnte Unmöglichkeit ihrer Verschiebung zu erreichen. Ausserdem ngen noch vier Stützen von den Ecken der Gondel nach dem Rahmen, elche den Ballon immer in derselben Entfernung von der ersteren elten. Ausser den gewöhnlichen Gas-Auslassventilen, war der Aë- stat mit zwei Sicherheits-Ventilen, die sich bei 5 mm Wasser-Ueber- ruck selbst öffneten, versehen. Um die äussere Form trotz des Gas- nsums durch den Motor immer straff zu erhalten, wandte auch aenlein das Meusnier'sche Ballonet an. Die Gasmaschine war

1) Zeitschrift d. deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. I, 46; ferner Mauder, Geschichte d. Luftsch. Wien 1880.

viercylindrig, nach System Lenoir in leichtester Ausführung constr
Die nöthigen Kühlwasser-Reservoirs waren an den Langseiten
Gondel angebracht. Die hinten angebrachte Schraube war der Grif
schraube ähnlich; sie hatte 4,6 m Durchmesser, 6 m Steigung und
Flügel. Um sie beim Landen nicht zu beschädigen, befanden sich u
der Gondel vorn und hinten zwei Stosspuffer aus spanischem Rohr.

Die Gewichte waren folgende:

Viercylindrige Gasmaschine	233 kg
Luftschraube	79 „
Rahmenwerk, Steuerruder, Stosspuffer u. s. w.	249 „
Zwei Kühler	110 „
Gondel	124 „
Ballonhülle	350 „
Netz mit Auslaufleinen	146 „
Batterie mit Inductor	40 „
Wasser	75 „
Zwei Luftschiffer	150 „
Summa	1556 kg

Bei Leuchtgasfüllung hätte er demnach immer noch 9,2 kg A
trieb gehabt, (1 cbm Leuchtgas = 0,65 kg = (1565 — 1556) 0,65[1])
allerdings, da Ballast noch nicht mit eingerechnet war, etwas zu w
ist. Der Ballon war indess auch für Wasserstoff berechnet.

Hiermit hätte sich das Resultat folgendermassen gestaltet:

2408 cbm Wasserstoff à 1000 kg Auftrieb . .	2408 kg
Davon ab Gewicht des Apparates	1556 „
Rest	852 kg

Es ist ersichtlich, dass bei solchem Ueberschuss an hebe
Kraft genügend Ballast mitgenommen werden konnte.

Die Versuche mit dem Ballon fanden zu Brünn statt. Er w
mit Leuchtgas von schwerem spec. Gewicht gefüllt und erwies sic
Folge dessen natürlich als nicht tragfähig genug. Als jedoch die schw
Kühler durch einen leichten Nothkühler ersetzt waren, ging er bis
eine Höhe von 13 — 20 m. An losen Stricken gehalten, konnten
mehr Experimente mit ihm vorgenommen werden. Unverkennbar

1) Die Zahlenangaben des Auftriebs pro Cubikmeter Gas sind als D
schnittszahlen zu betrachten, nach denen gewöhnlich gerechnet wird.

Einwirkung des Motors auf den Aërostaten ersichtlich. Er konnte h jeder Richtung hin auch gegen den Wind dirigirt werden. Die Stricke lose haltenden Leute vermochten oft kaum dem Ballon zu gen. War eine gewisse Geschwindigkeit erreicht, so gehorchte er ch der geringsten Drehung des Steuerruders. Die Maximal-Geschwinkeit des Aërostaten taxirte Haenlein auf 5 m pro Secunde. Obhl alle Anwesenden von der Lebensfähigkeit des Unternehmens überugt waren, sollte dieser Versuch der erste und zugleich letzte sein. Folge des plötzlichen Börsenkrachs löste sich die Baugesellschaft auf; s Ballonmaterial wurde verkauft. Ganz mit Unrecht ist später der nstige Ausfall des Versuchs in Zweifel gezogen worden, da die atsächlichen Vorgänge durch viele unparteiische Zuschauer beglaubigt orden sind. Ein Vorwurf wird Haenlein allerdings ewig verfolgen, imlich, dass er nicht selbst eine freie Fahrt in seinem Ballon unternmen hat.

Lange Zeit trat jetzt wieder eine Ruhepause ein, die durch eine ichliche Production von Projecten ausgefüllt wurde. Von diesen ist e Construction des Dr. Mertens in Berlin zu erwähnen, ein spindelrmiger Ballon, der wie bei Scott's Luftfisch die Gondel im Leibe selbst t. Das Innere ist ein künstliches Gestell, in mehrere Abtheilungen theilt. Zwei an den Seiten befindliche Luftschrauben sollten, durch enschenkraft bewegt, dem Ballon eine Eigenbewegung ertheilen. Auch aenlein arbeitete an der Vervollkommnung seines Luftschiffes im illen weiter und veröffentlichte 1874 ein neues Project, welches viel s Interessanten bietet.

Die Verbesserungen sind folgende:

1) Die Form des Aërostaten wird durch Rotation der Figur einer unter Wasser liegenden Kiellinie eines Seeschiffes construirt. Sie erhält dadurch im ersten Drittel ihrer Länge von der Spitze aus ihren grössten Querschnitt und verjüngt sich von hier aus wieder nach dem Ende zu.

2) Statt einer Gondel werden zwei bis drei angebracht und diese untereinander zu einem die Längsachse gleichzeitig versteifenden Gestell verbunden. Hierdurch kann der Rahmen in Fortfall kommen, die Last wird auf den ganzen Ballon durch das lange Gondelgestell gleichmässig vertheilt.

3) Die einfache innere Luftblase ersetzte er durch eine besondere innere Luftsack-Construction in der Art, dass die Gondeln eigentlich von kugelförmigen Gaskörpern getragen wurden.

4) Als Motor wollte er eine von ihm erfundene rotirende Kolben-Gasmaschine oder ein Reactionsrad anwenden, dessen Kraftäusserung beliebig gesteigert werden kann. Solche Motoren wollte er mehrere in einem Luftschiffe anbringen. Ferner schlug er einfache Luftreaction als treibende Kraft vor. Durch drei in den Gondeln placirte horizontal wirkende rotirende Kolbenmaschinen sollten die zu solchen Luftstrom nöthigen Ventilatoren getrieben werden.

Wir führen hier einen der drei Entwürfe in der Zeichnung vor. (Fig. 30.) Haenlein sagt darüber: „Zwei horizontale rotirende Kolbenmaschinen setzen durch eine auf ihrer Achse befestigte Kurbel einen oscillirenden Cylinder in Bewegung, dessen Schieber und Kanäle derart eingerichtet sind, dass auf der einen Seite des Kolbens Luft comprimirt und auf der andern Seite verdünnt wird. Die comprimirte Luft wird durch Rohre nach dem in der hintersten Gondel placirten Cylinder geleitet und in den Röhren, die ebenfalls mit dem Cylinder in Verbindung stehen, eine Luftverdünnung erzeugt. Ein oscillirender Cylinder setzt die Luftschraube direct in Bewegung.

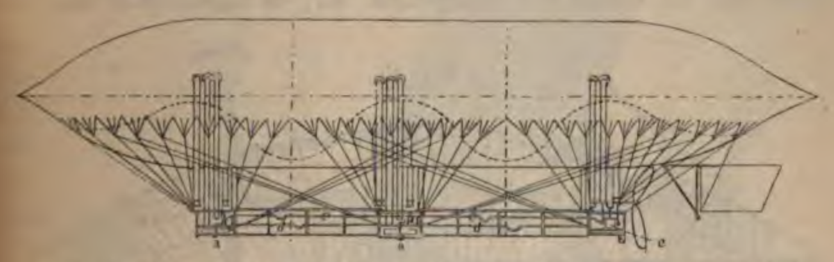
In Amerika soll 1878 ein Prof. Ritschell ein Luftvelociped construirt haben und die Versuche sollen geglückt sein. Die Nachricht ist aber nicht glaubhaft, weil man sonst später jedenfalls wieder etwas davon erfahren hätte.[1])

Mit dem Jahre 1879 begann Baumgarten bei Leipzig seine Versuche. Seine Idee war, ein Luftschiff schwerer als die Luft zu schaffen, welches sich durch Hubschrauben erheben und sich durch seitwärts angebrachte dreiflüglige Wendeflügel in der Horizontalen bewegen sollte. Eine innige Verbindung zwischen Ballon und Gondel stellte er in der Weise her, dass er an der Unterseite des Ballons zwei Stoffstreifen befestigte, durch welche zwei entsprechende Stangen durchgesteckt werden, welche ihrerseits mit der Gondel durch Klammern fest verbunden werden. Die den Ballon tragenden Seile gingen durch diesen durch. Die Versuche 1880 in Leipzig hatten einen beinahe gefährlichen Ausgang. Baumgarten stieg durch Zufall in einem Ballon mit drei Gondeln allein auf; (Fig. 31) er befand sich in einer der äusseren; der Ballon war dadurch in seinem Gleichgewichte gestört, stellte

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. II, S. 362.

sich aufrecht, platzte und kam sehr schnell mit Baumgarten wieder herunter, der sich glücklicherweise keinen Schaden gethan hatte. Die Versuche wurden 1881 bei Chemnitz, 1882 in der Flora zu Charlottenburg fortgesetzt. Nach Baumgarten's Tode suchte Dr. Wölfert das Princip zu vervollkommnen.[1])

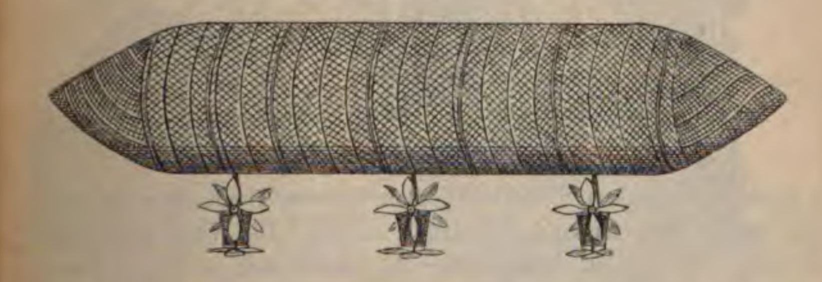
Fig. 30.



aa rotirende Kolbenmaschinen. *bb* oscillirende Cylinder. *cc* Rohre für die comprimirte Luft. *dd* Rohre für die verdünnte Luft. *e* oscillirender Cylinder, der die Propellerschraube bewegt.

Das Jahr 1883 leitet unsere Aufmerksamkeit wieder nach Frankreich hin. Gaston Tissandier, Professor der Chemie, bereits bekannt

Fig. 31.



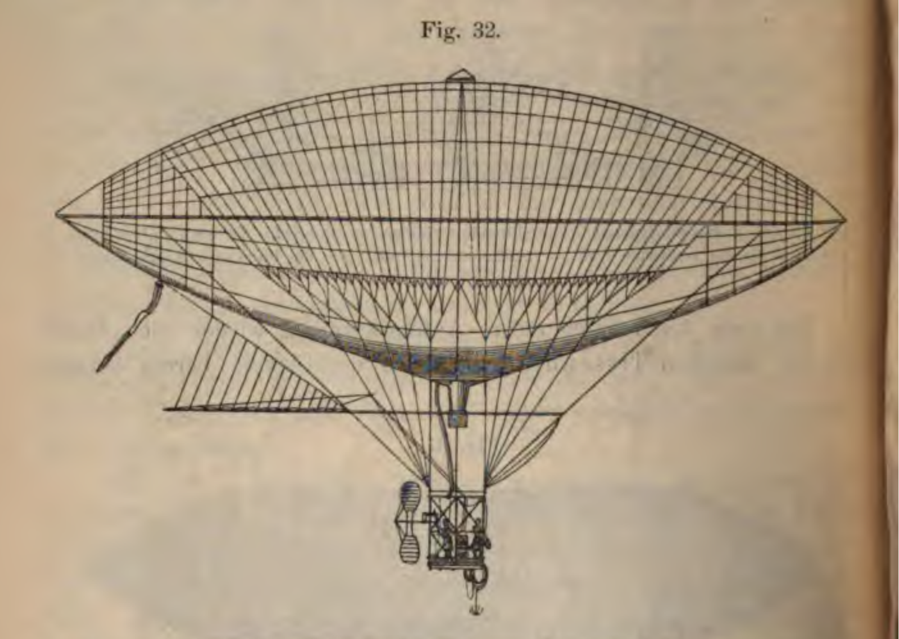
durch seine kühnen aber vergeblichen Versuche, während der Belagerung von Paris mit einem Ballon in die Stadt hineinzukommen, baute in diesem Jahre einen Aërostaten, der durch eine Elektro-Dynamo-Maschine Eigenbewegung erhalten sollte. Das erste Modell dieses Ballons war auf

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt Bd. I, S. 145.

der elektrischen Ausstellung im Palais de l'Industrie in Paris 1881 ausgestellt.

Der Aërostat war bis auf den Motor eine getreue Copie von Giffard's Ballon aus dem Jahre 1852. Die kleine Siemens'sche Elektro-Dynamo-Maschine, welche die zweiflüglige Luftschraube in Rotation versetzte, empfing ihre motorische Kraft aus einer Secundärbatterie.[1]) Die Ausführung im Grossen geschah mit wesentlichen Abänderungen. Der Ballon (Fig. 32) behielt die Spindelform bei; er wurde 28 m lang und

Fig. 32.

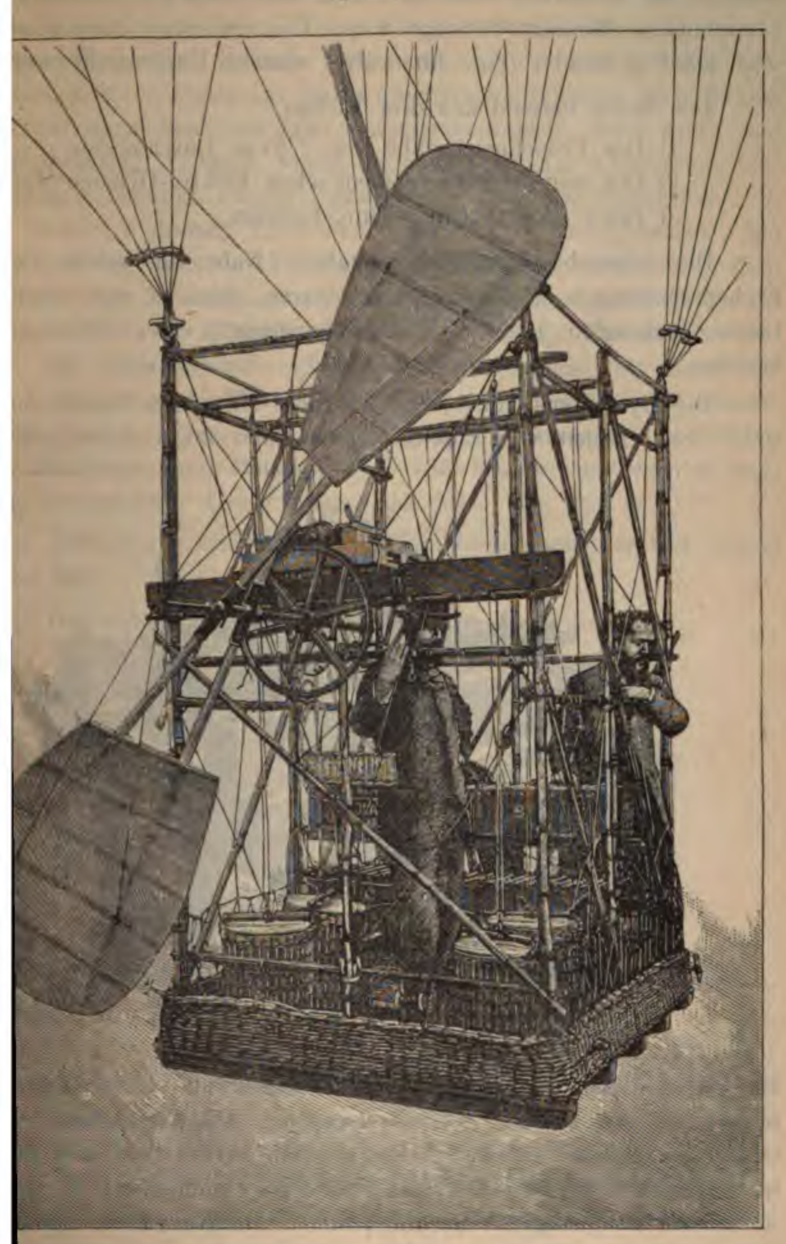


9,2 m an der stärksten Stelle breit. Am unteren Theile sass ein conischer Sack, der in den Appendix-Schlauch auslief. Die Versteifung besorgte ein aus zwei Theilen bestehender biegsamer Aequator aus Nussbaum und Bambus.[2]) Zur Vertheilung der Last und zur grösseren Widerstandsfähigkeit des Ballonstoffes gegen den inneren Gasdruck, war er mit einem einfachen Netzhemde umgeben. Die Auslaufleinen desselben liefen nach den vier Ecken der aus Bambus gefertigten käfigförmigen

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. I, S. 179. Ferner s. Tissandier, Les Ballons Dirigeables. Paris 1885.

2) Constr. s. Les Ballons Dirigeables p. G. G. Tissandier. Paris 1885.

Fig. 33.



Gondel (wie bei Giffard 1855). Als Steuer diente ein dreieckiges Segel, welches am Netzwerk und an einem den Ring gewöhnlicher Ballons vertretenden Rahmen befestigt war. Die einzelnen Bambusstäbe der sehr leichten Gondel (Fig. 33) waren mittelst Kupferdraht verbunden.

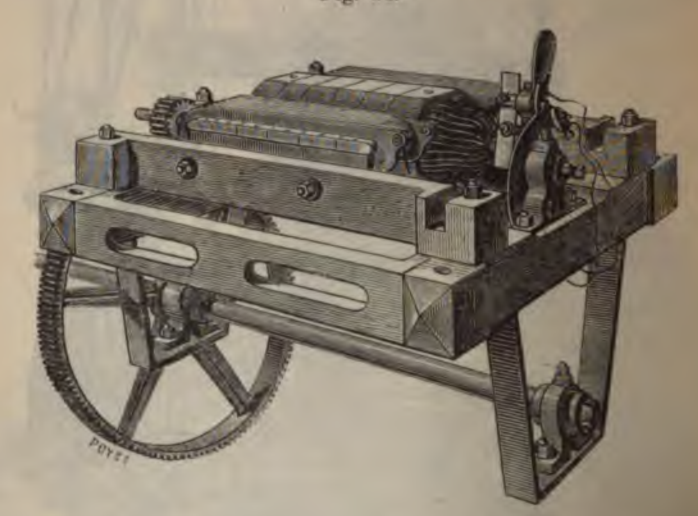
Der Motor bestand aus drei Theilen:

1) Der Propellerschraube von 2,85 m Durchmesser.
2) Der sehr leichten Siemens'schen Elektro-Dynamo-Maschine.
3) Einer leichten Chromsäure-Batterie.

Die Schraube hatte eine metallene Nabe, in welche vier lange Eschenholzstangen so hineingesteckt waren, dass je zwei oben durch Latten verbunden und mit Stoff überspannt, einen Schraubenflügel bildeten.

Die Dynamomaschine (Fig. 34) ruhte auf einem Gestell von Gussstahl. Sie enthielt vier Elektro-Magnete und 36 Abtheilungen in der

Fig. 34.



Bewicklung. Der Anker war im Verhältniss zu seinem Durchmesser sehr lang; die Bürsten waren verstellbar. Die Transmission der Rotation der Bobine auf die Achse geschah vermittelst eines Zahnrades im Verhältniss 1 : 10. Die Maschine sollte im Stande sei[n] Arbeit von 100 mkg per Secunde, mit einem Nutzeffect liefern. Ihr Gewicht betrug 55 kg.

Die Chromsäurebatterie hatte Tissandier auf empirischem Wege
l wirksamer, als die Secundärbatterie gefunden, wenn er das Gewicht
Einheit zu Grunde legte. Seine Batterie bestand demnach aus 24
romsäure-Elementen, deren je sechs eine Section bildeten. Ein Ele-
ent setzte sich zusammen aus einem Ebonitkasten (150 mm hoch, 80 mm
eit, 3 mm stark) von vier Liter Fassungsvermögen, zehn Zink- und
f Kohlenplatten. Letztere waren an quer über die Kastenlänge lau-
nde Stangen befestigt. Jedes Element wog 7 kg, die Chromsäure war
vier Eimern à dreissig Liter Fassungsvermögen untergebracht. Mit
der Section war einer durch Röhren und Schläuche verbunden. Zum
gangsetzen der Maschine brauchten die Eimer nur in die Höhe ge-
gen zu werden; die Flüssigkeit musste dann in die Ebonitkasten ein-
essen. Ein Quecksilber-Umschalter gestatten zudem, die Kraft all-
ählich bis zur stärksten Wirkung von 24 Elementen steigern zu können.
ch den vorher angestellten kostspieligen Experimenten, erreichte er
t 18 Elementen eine Rotation von 120 Touren; das in der Zug-
htung eingeschaltete Dynamometer gab dabei 7 kg Zug an.

Bei Anwendung sämmtlicher 24 Elemente erreichte er 150 Touren
d 9 kg Zug.

Die Gewichtsverhältnisse des Ballons waren folgende:

Ballon mit Ventilen	170 kg
Netzhemde, Auslaufleinen und Steuer	70 „
Der biegsame Aequator	34 „
Gondel	100 „
Motor, Schraube, Batterien mit Flüssigkeit für eine zweistündige Fahrt	280 „
Anker und Schlepptau	50 „
Zwei Luftschiffer mit Instrumenten	150 „
Ballast	386 „
Summa	1240 kg

Der Cubikinhalt des Ballons betrug 1060 cbm. Tissandier be-
hnet sein in einem eigens von ihm construirten Apparat erzeugtes
asserstoffgas zu 1,180 Auftrieb pro Cubikmeter. Er erhält dann für
n ganzen Ballon 1250 kg Auftrieb, so dass nach Abzug des Gewichts des
parates noch 10 kg übrig bleiben. Am 8. October stieg der Ballon
Paris auf. Unten auf der Erde war es beinahe windsstill; in 500 m
ihe dagegen, hatte dieser nach Tissandier's Angabe eine Geschwin-
gkeit von ca. 3 m, gegen welche der Aërostat nicht anzukämpfen
rmochte. Bei dieser Fahrt erwies sich auch das Segelsteuer als un-

brauchbar; es wurde vom Winde bei Inkrafttreten der Maschine ei
seitig aufgebauscht und gab dadurch dem Ballon Veranlassung, si
um seine Verticalachse zu drehen. Der Ballon landete bei Cr
sur Seine.

Nicht wenig überraschend wirkte im Jahre 1884 die aus Par
kommende Kunde, dass daselbst am 9. August von dem Militär-Etablis
ment bei Meudon aus ein Ballon aufgestiegen und nach 25 Minut
währender Fahrt zu seinem Auffahrtsorte zurückgekehrt sei. Ueb
diesen Versuch wurde von dem Academiker **Hervé Mangon** am 1
August in der Academie der Wissenschaften ein Bericht erstattet.[1]

Die Erfinder dieses Ballons waren die Gebrüder **Renard** u
Capitän **Krebs** (Fig. 35).

Dieser so berühmt gewordene Ballon hat die Form eines Tropfe
Seine Länge beträgt 50,42, sein grösster Durchmesser 8,4 m, sein V

Fig. 35.



lumen 1864 cbm. Seine Hülle besteht aus gummirtem Seidentaffet un
ist von einem Netzhemde vollkommen eingeschnürt. Die ca. 4 m vom
Ballon entfernt hängende Gondel gleicht einem an beiden Enden zuge
spitzten Canoe; sie ist ca. 33 m lang, sehr leicht aus Bambusrohr ge
baut und äusserlich zur leichteren Ueberwinduug des Luftwiderstand

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förde
Bd III, S. 201.

t gefirnisstem Ballonstoff bedeckt. Ihre Breite beträgt ca. 1,5 m, ihre össte Höhe 2 m; in der Mitte befinden sich an jeder Seite drei kleine nsteröffnungen. Die Gondel hängt an den tangential vom Ballon herabufenden Auslaufleinen des Netzhemdes. Um eine Verschiebung der ondel nach vorn oder hinten zu verhüten, laufen in der Längsachse iagonalleinen nach ihrer Mitte zu, ähnlich wie sie Haenlein bei inem Project 1874 vorschlug. Der Ballon hat im Innern eine Ballot-Construction. Zwei Appendixe laufen daher in die Gondel hinab. er vorderste scheint direct mit einem Ventilator in Verbindung zu ehen, während der hintere nur zur Füllung mit Gas dient. Der Motor t eine Elektro-Dynamo-Maschine, jedenfalls der Tissandier'schen achgebildet. Die Batterie aus 32 Elementen bestehend, ist aber beeutend kräftiger und kostspieliger, als die von Tissandier. Wahrcheinlich sind es Chlorsilber-Elemente. Sie soll auf die Welle mit ,5 Pferdekräften wirken, während der Strom an den Eintrittsklemmen wölf Pferdekräfte repräsentirt. Die mit Dynamometer, gleichwie bei issandier, gemessene Zugkraft ergab 60 kg für eine elektrisch gewonnene Arbeit von 840 kg bei 46 Umdrehungen der Schraube in der Minute. Die Gewichtsverhältnisse sind folgende:

Ballon und Ballonet	369	kg
Ballonhemde und Netz	127	„
Gondel mit Zubehör	452	„
Steuerruder	46	„
Schraube	41	„
Maschine	98	„
Gestell und Zahnräder	47	„
Triebwelle	30,5	„
Batterie und verschiedene Apparate	435,5	„
Luftschiffer	140	„
Ballast	214	„
Summa	2000	kg

Die Propellerschraube ist zweiflügelig, ähnlich der von Tissandier, edoch mit gekrümmten Schaufelflächen; sie sitzt am Vordertheil der Gondel. Ihre Achse ist zum Aufklappen eingerichtet, um sie vor der Landung abzunehmen. Der Schrauben-Durchmesser beträgt ca. 7 m. Das m Hintertheil befindliche Steuer hat dadurch, dass es in Form eines ctaëderähnlichen Körpers hergestellt ist, eine bedeutende Verbesserung rfahren. Ein einseitiges Aufbauschen durch den Wind kann bei dieser Einrichtung nicht vorkommen. Die Lenkung erfolgt durch zwei Zugeinen, welche wegen der geringen Breite der Gondel über zwei seit-

wärts wagerecht hervorstehende Balken gehen. Zur Erhaltung der Stabilität besitzt der Ballon ein Laufgewicht. Auf die Aehnlichkeit dieses Meudoner Aërostaten mit dem Project Haenlein von 1874 ist bereits hingewiesen worden.[1]) Die Grundsätze, welche die französischen Officiere für ihre Construction aufgestellt haben, sind von allen vorhergehenden französischen vollständig abweichend, lehnen sich dagegen an die deutscher Constructeure eng an. Trotzdem wird aber jeder Verständige mit Entschiedenheit der thörichten Behauptung entgegentreten, welche den Renard-Krebs'schen Ballon als gestohlenes Eigenthum hinstellt.

Renard und Krebs stellten folgendes Programm auf:

1) Stetigkeit der Fahrt mittelst der Gestalt des Ballons und der Anordnung des Steuerruders.

2) Verminderung des Luftwiderstandes, durch die gewählten Dimensionen.

3) Möglichste Näherung der Mittelpunkte des Zuges und des Widerstandes, um den Störungsmoment der verticalen Stetigkeit zu vermeiden. Endlich

4) Die Erlangung einer Geschwindigkeit, die fähig ist, den Winden zu widerstehen, welche drei Viertel der Jahreszeit über in Frankreich herrschend sind.

Ueber die erste Fahrt berichtete Capitän Renard an die Academie der Wissenschaften zu Paris[2]): „Um vier Uhr Nachmittags, bei fast windstillem Wetter, stieg der freigelassene und wenig Steigkraft besitzende Aërostat langsam bis zur Höhe des umliegenden Plateau's. Die Maschine wurde in Bewegung gesetzt und der Ballon beschleunigte unter ihrem Einflusse seinen Gang, indem er getreulich der geringsten Wendung des Steuers gehorchte. Es wurde zuerst die Richtung von Norden nach Süden eingeschlagen, indem wir auf das Plateau von Chatillon nach Verrieres lossteuerten; in der Höhe der Strasse von Choisy nach Versailles angelangt, wurde, um nichts mit Bäumen zu thun zu bekommen, die Richtung geändert und das Vordertheil des Ballons nach Versailles zugewandt. Als wir uns oberhalb Villacoublay befanden, ungefähr 4 km von Chalais (Meudon) entfernt und von der Art, wie der Ballon

1) Zeitschrift des deutschen Vereins z. Förderung der Luftschiffahrt. Bd. Heft 1. — Tägliche Rundschau 29./I. 85. — Post u.

2) Zeitschrift des deutschen Vereins zur Bd. III, S. 312. — L'Aéronaute No. 9 u. 10.

unterwegs betrug, ganz befriedigt waren, beschlossen wir kehrt zu en und zu versuchen, in Chalais selbst herunterzukommen, unge-t des geringen freien Raumes, welcher durch die Bäume gelassen Der Ballon führte seine Wendung nach rechts unter einem sehr en Winkel (ungefähr 11°) vermittelst des Steuers aus. Der Durch-er des beschriebenen Kreises betrug ungefähr 300 m. Indem der lidendom als Richtungspunkt angenommen wurde, blieb in diesem ent Chalais ein wenig links der Fahrt liegen. Angekommen in der e dieses Punktes, vollführte der Ballon mit eben solcher Leichtigkeit vorher eine Richtungsänderung nach links aus und bald schwebte 300 m hoch über seinem Abgangspunkte. Die Neigung zum Sinken, he dem Ballon in diesem Augenblicke inne wohnte, zeigte sich dem Spiel des Ventils noch entschiedener.

Während dieser Zeit musste die Maschine mehrmals vorwärts und ler zurück arbeiten, um den Ballon über den zur Landung gewählten kt zu bringen. Als der Ballon 80 m hoch über dem Boden stand, de ein herabgelassenes Tau von Mannschaften ergriffen und der stat auf den Rasenplatz geleitet, von wo er abgefahren war.“

Er hatte eine Strecke von 7,6 km in Form einer „8“ in 23 Minuten ickgelegt. Eine am 12. September unternommene zweite Versuchs-t missglückte dadurch, dass die Dynamo-Maschine plötzlich schad-wurde und ausser Gang gesetzt werden musste.[1])

Die Gebrüder Tissandier[2]), welche als Augenzeugen diesem ten Versuche beiwohnten, schrieben darüber folgendes:

„Um 4 Uhr 45 Minuten wurde der Aërostat von seiner Veranke-frei gemacht und vermittelst seiner langen Gondel von 40 Arbeitern Freie auf den Rasenplatz gebracht, der vor dem Schuppen liegt. Herren Renard und Krebs standen in der Mitte der Gondel, die Form eines langen Canoes hat. Der Aërostat stieg langsam auf, m er vollständig stabil blieb, die Gondel hielt sich gleichfalls durch-wagerecht. Die Schraube wurde sogleich in Bewegung gesetzt und Steuerruder gedreht, um zu wenden. Der längliche Ballon begann

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, III, S. 314. — La Nature von Tissandier, Sept. 1884. — L'Aéronaute, 10, 1884. — Le Spectateur Militaire, sept. et oct. 1884.

2) Gaston Tissandier's Bruder, der Architect Albert Tissandier, hat nicht geringen Antheil an den Arbeiten des ersteren gehabt und verdient her wohl namentlich hervorgehoben zu werden.

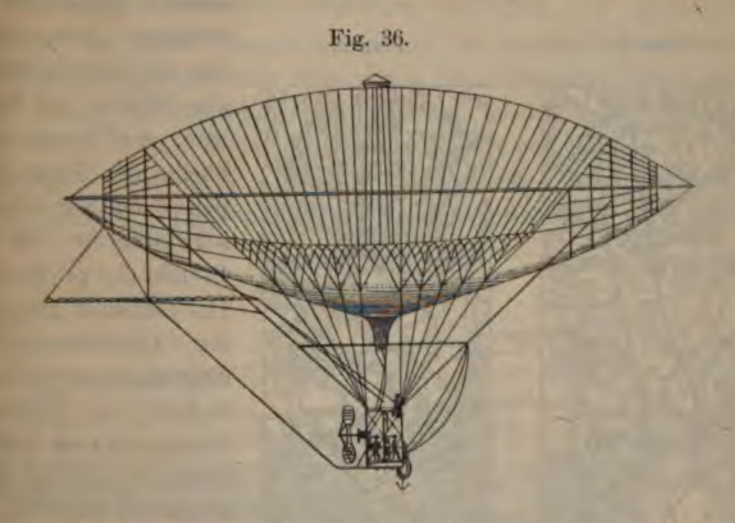
anfangs mit der Luftströmung zu treiben, alsdann beschrieb er unter dem Einflusse des Steuers einen Halbkreis und fuhr gegen den Wind an. Die Schraube drehte sich etwas schneller, aber die Zahl der Umdrehungen überstieg nicht 40 in der Minute; das Luftschiff hielt dem Winde Stand. Mehrere Minuten lang sah man es unbeweglich über den Bäumen stehen bleiben, von denen es nicht weiter als 200 m entfernt zu sein schien. Eine Bewegung des Steuerruders liess die Achse des Schiffes eine Wendung machen, so dass es den Wind schnitt und es schien, als ob es sich seinem Abgangspunkte nähern könnte. Vielleicht, wenn es noch längere Zeit gekämpft hätte, würde dies gelungen sein; aber nach zehn Minuten Arbeit, genau um 4 Uhr 55 Minuten hörte der Motor in Folge eines Unfalles auf zu wirken und der Ballon wurde von der Luftströmung fortgetrieben. Man sah, wie er sich von seinem Ausgangspunkte entfernte, bis zu dem Augenblicke, wo er ziemlich geschwind herabsank, um hinter dem Vorhang von Bäumen zu verschwinden, welcher den Horizont verdeckte.

Mein Bruder und ich eilten vorwärts, durch Wald und Feld hindurch, in der Richtung, wo der Abstieg erfolgt zu sein schien. Nach einer halben Stunde schnellen Marschirens kamen wir zu Vélicy, westlich Villacoublay an, wo wir den Schraubenballon sahen, der seine Landung unter günstigsten Bedingungen, ohne irgend welchen Material-Verlust bewerkstelligt hatte. Die Landung erfolgte um 5 Uhr 10 Minuten, 25 Minuten nach der Abreise. Die zurückgelegte Strecke beläuft sich rund auf 5 km. Da der Ballon von Chalais-Meudon 10 Minuten lang, während die Schraube arbeitete, auf einem Fleck stehen geblieben ist, so ergiebt sich, dass er eine Strecke von 5 km in 15 Minuten zurückgelegt hat, woraus hervorgeht, dass die Windgeschwindigkeit während des Versuches 20 km in der Stunde, d. h. 5 bis 6 m in der Secunde betrug. Die Eigengeschwindigkeit des Luftschiffes war gerade der Geschwindigkeit der Luftströmung gleich, in welcher es fuhr, deshalb blieb es gegen den Wind unbeweglich. Sobald der Schraubenballon gelandet war, eilte die Mannschaft von Chalais-Meudon mit dem Luftschiffer des Militär-Instituts, Herrn D u t é - P o i t e v i n, nach dem Orte der Landung. Die Schraube wurde von dem stählernen Wellbaum, an dessen Ende sie befestigt ist, abgenommen und in die Gondel gelegt. Ein Haufen Arbeiter ergriff das Schlepptau am Vordertheil des Aërostaten. Zwei Mann blieben in der Gondel und so wurde der Ballon über die Felder hinweg nach seinem Aufbewahrungsschuppen zurücktransportirt."

Bald darauf, am 26. September, machten auch die Gebrüder Tis-

n dier einen zweiten Versuch mit ihrem verbesserten Ballon (Fig. 36). Verbesserung bestand darin, dass sie unten am Hintertheil des Ballons en festen Keil angesetzt hatten, an welchem das über die Ballonspitze

Fig. 36.



nausragende, straff gespannte Steuer-Segel, in Angeln befestigt, drehbar ar. Die Zugleinen liefen nach einem auf der Gondeldecke angebrachten tz für den Steuermann hin. Ferner machten sie eine stärkere concentrirtere Chromsäurelösung, mit welcher sie eine effective Arbeit von 1 25 kg, also $1^1/_2$ Pferdekraft, bei 190 Umdrehungen der Schraube erreichen wollten. Die damit erreichte Geschwindigkeit soll 4 m betragen haben.

Der Versuch selbst zeigte eine Wirkung gegen den Wind zu iederholten Malen, sobald die ganze Kraft des Motors eingesetzt war. ie Wirkung desselben blieb aber nicht constant; daher wurde der érostat schliesslich vom Winde fortgerissen. [1])

Am 8. November um $12^1/_2$ Uhr stieg der Ballon von Meudon um dritten Male auf (vid. Plan *a*, *b*).

Ueber die Fahrt trug Hervé Mangon der Akademie der Wissenchaften Folgendes vor [2]): „Der Ballon wandte sich in schnurgerader Linie gen Nordosten. Ein wenig oberhalb der Station Meudon ging er über

No. 11, November 1884.
chen Vereins zur Förderung d. Luftschifffahrt, Bd. IV,
?, December 1884.

die Eisenbahn hinweg und nachher über die beiden Arme der etwas unterhalb der Brücken von Billancourt. Angekommen ·o des Dorfes dieses Namens, haben die Herren Renard und einen Augenblic Schraube ruhen um die Geschwin des Windes zu b men. Auf diesem Theile der Fahrt der Wind mit 8 k schwindigkeit in Stunde (2,6 pro Sec Das Luftschiff ging die Luftströmung einer absoluten Ges digkeit von 23 k Stunde (6,4 m pr cunde), also in lichkeit mit 15 k schwindigkeit (4 n Secunde). Nachde Schraube wieder i wegung gesetzt w war, wandte sich der Luftballon nach rechts und beschrieb ob Billancourt einen Halbkreis von ungefähr 160 m Durchmesser; a verfolgte er eine der ursprünglichen Flugbahn parallele Richtun landete zuletzt auf dem Rasenplatze, von welchem er abgefahren Am Nachmittage desselben Tages um 3 Uhr stiegen Renard und nochmals auf.[1])

Plan *a*.



Plan *b*.



Sie machten während dieser Fahrt verschiedene Evolutionen Luft, entfernten sich jedoch nicht weit vom Etablissement und la daselbst wieder nach 35 Minuten. Seitdem sind namentlich im Sep des Jahres 1885 noch mehrere Versuche mit dem „Dirigeable“ an worden, welche die Erprobung eines kräftigeren Motors bezweckt zur Zufriedenheit ausgefallen sein sollen.

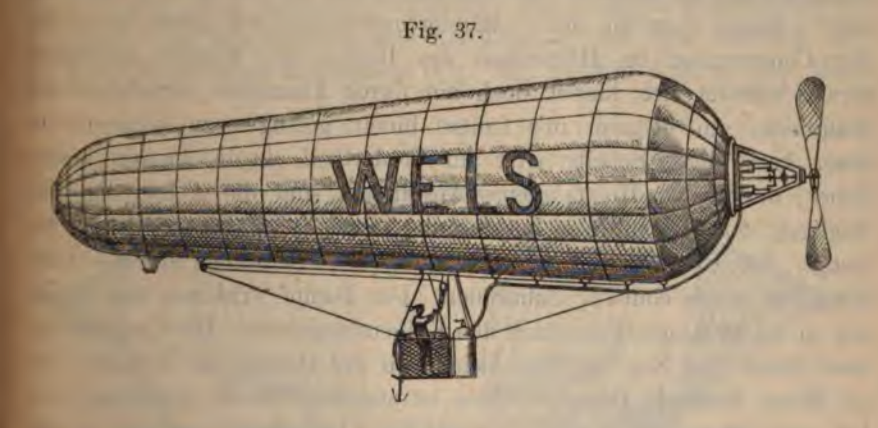
Gegen Ende des Jahres 1884 wurde vom Ingenieur de Bru

1) S. auch Tissandier, Les Ballons Dirigeables. Paris 1885.

vorgeschlagen, zwei Cylinder-Ballons zu construiren und die Schraube in die Mitte zwischen beide zu legen, eine Idee, welche schon vordem öfter aufgetaucht war, auch von Popper in Wien reiflich erwogen und doch wieder als unbrauchbar verworfen wurde.[1])

Was von allen Constructeuren als das vortheilhafteste erachtet, wegen der zu Tage tretenden technischen Schwierigkeiten jedoch niemals gewagt wurde, hat neuerdings Maxemilian Wolf in Berlin fertig gebracht, nämlich die Achse der wirkenden Propeller-Schraube in die Mittelachse des Ballons zu verlegen. Der Aërostat könnte, wenn er sich bewährt, als eine Verbesserung des Meudoner betrachtet werden (Fig. 37).

Fig. 37.



Die Hoffnung, dass der Versuch einen günstigen Ausgang nimmt, wird, abgesehen von den technischen Schwierigkeiten der Construction, dadurch vermindert, dass der Motor für die zu leistende Arbeit nach den bisher gemachten Erfahrungen zu schwach erscheint. Der Ballon hat eine dem Meudoner ähnliche Form; er ist 30 m lang; sein grösster Durchmesser beträgt 8 m, sein kleinster 4 m, sein Inhalt 750 cbm, das Gewicht des ganzen Apparates, incl. Luftschiffers, soll 500 kg nicht übersteigen. Mit Leuchtgas (1 cbm = 0,65 kg Auftrieb) gefüllt, würde danach der Ballon nur 487,5 kg (wenn dieses nach Wolf aber unter $^1/_4$ Atmosphäre comprimirt werden soll, noch weniger) haben können, demnach nicht hoch gehen. Wolf hat ferner das sonst übliche Netz oder Netzhemde, welches immerhin die Eigenschaft besitzt, sich in den Ballonstoff einzudrücken

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. IV, S. 58.

und dadurch viel Reibungswiderstand zu schaffen, durch eine künstl
innere Spannbänder-Construction ersetzt.

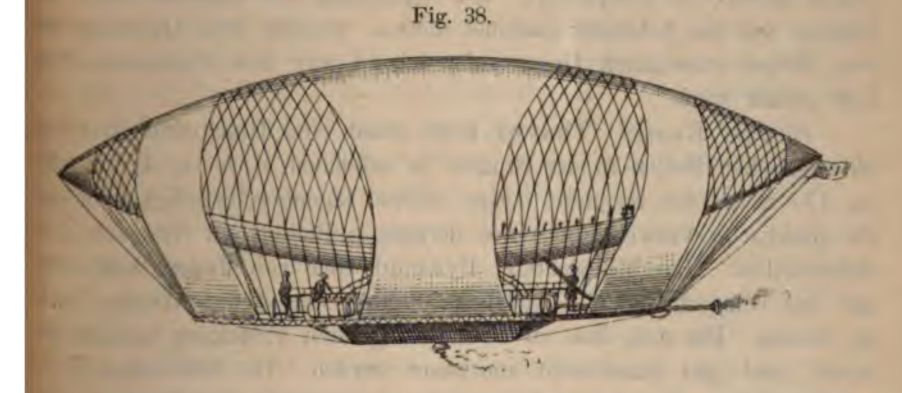
Dieser Fall ist aber nur durchführbar, wenn der Ballon du
einen inneren Ueberdruck in seiner Gestalt erhalten bleibt. Der Erfin
hofft auch, einen solchen von $^1/_4$ Atmosphäre zu erreichen und hat de
entsprechend einen sehr festen Stoff zur Hülle genommen, der innerl
und äusserlich mit einem eigenartigen Gummifirniss gedichtet ist. Du
ein hinten befindliches Ballonet soll der Druck constant erhalten werd
Bis jetzt hat noch Niemand einen Stoff fertigen können, der der Di
sion der Gase auf die Dauer widersteht. Sollte es Wolf gelungen se
einen solchen zu schaffen, der das Gas sogar mit innerem Ueberdru
hält? Damit man die innere Bänderconstruction gut sehen kann,
der Constructeur im Hintertheil des Ballons ein Fenster eingeset
ferner befindet sich hinten noch ein durch Klammern verschliessba
Mannloch, um bequem in's Innere hinein gelangen zu können.
einer kreisrunden Scheibe sitzt am Vordertheil ein in Angeln bew
licher, dreieckiger Holzrahmen. An diesem sind die Achse der vi
flügligen 4 m hohen Propellerschraube, sowie zwei Dampfcylinder
festigt. Die Uebertragung der Bewegung der Plyelstange auf die Ac
geschieht durch conische Zahnräder. Der Dampf wird von der Gon
aus in einem langen Rohr nach den Kolben hingeleitet. Die Umsteueru
wird durch den Zug an einer Leine von der Gondel aus bewirkt.
als Motor dienende Dampfmaschine ist aus Kupferblech gearbeitet.
hat einen kugeligen Kessel, der auf 12 Atmosphären geprüft ist u
drei Eimer Wasser fassen soll. Die Heizung bewerkstelligt eine Spirit
lampe. Die Gondel, aus „T“ Eisen und Drahtgeflecht construirt, befin
sich 4 m unter dem Ballon. Die Art ihrer Aufhängung beruht glei
falls auf der Annahme, dass der Ballon durch den inneren Ueberdru
seine Form behält.

An der vertical stehenden Scheibe des Vordertheils setzt si
rechtwinklig ein leichtes Brett von ca. 2 m Länge an, welches schlie
lich in einen als Mittelachse dienenden Lederriemen ausläuft. Bei d
angenommenen inneren Spannung muss letzter durch die Spannbänd
in der Ballonachse gehalten werden. Von diesem Riemen gehen n
eine grosse Anzahl Bänder nach der Stelle, wo die Gondel aufgehän
werden soll, ca. 10 m von der Spitze. Hier befindet sich unten a
Ballonstoff eine Holzplatte mit verschiedenen gut abgedichteten Oeffnunge
welche die Verbindung mit den Aufhängetauen der Gondel vermittel
Durch dieselbe Platte laufen auch die Zugleinen zur Drehung des dr

eckigen Rahmens und des in der Scheibe sitzenden Klappen-Ventils; endlich befinden sich noch Sicherheits-Ventile in der Platte, die sich bei mehr als $^1/_4$ Ueberdruck automatisch öffnen. Sicherheits-Vorkehrungen für das Landen sind nicht getroffen. Um kleine Gleichgewichtsdifferenzen zu regeln, besitzt der Aërostat ein verschiebbares Laufgewicht. Die Ausführung der Arbeit muss als eine gute bezeichnet werden. Es wäre bedauerlich, wenn die öffentliche Meinung, durch einen vielleicht verunglückenden Versuch bitter enttäuscht, das eben an der Aëronautik wiedergefundene Interesse verlieren sollte.[1])

Die nächste Construction eines lenkbaren Luftschiffes wird uns, den Berichten nach, Amerika vorführen. Das Artillerie-Departement zu Philadephia hat den General Russell Thayer mit dem Entwurf und der Herstellung eines Luftschiffes (Fig. 38), welches ähnlich dem Meu-

Fig. 38.



doner „Dirigeable“ möglichst willkürlich, unabhängig von den gewöhnlichen Winden, bewegt werden soll, beauftragt. Für die Herstellung dieses Fahrzeuges ist vorläufig eine Summe von 10,000 Dollars ausgeworfen worden.

1) Wie vorauszusehen war, ist der von Maxemilian Wolf am 14. Juni 1885 auf dem Bicycle-Rennplatz bei Berlin veranstaltete Versuch mit seinem Luftschiff vollständig missglückt. Der Aërostat war dem Inhalte nach zu klein, um sein eigenes Gewicht zu heben. Die Maschine, welche man dann probeweise functioniren liess, war nach wenigen Umdrehungen der nur mit zwei Schaufeln versehenen Schraube beschädigt und unbrauchbar, das Publikum, welches, angeregt durch die Erfolge in Frankreich, zahlreich versammelt war, gab seinem Unwillen bei dem traurigen Ausgange des Versuchs lauten Ausdruck.

Dem Entwurfe nach wird es ein spindelförmiger Ballon aus gefirnisster Seide mit einer dicht darunter befindlichen langen hölzernen Plattform. Die Spindel erhält eine Länge von 185 Fuss (ca. 20 m). Die Hülle aus gefirnisster Seide wird durch eine eigenartige Netzconstruction mit der Plattform verbunden. Die treibende Kraft beruht auf dem Reactionsprincip. Mit Hilfe einer Gasmaschine wird in zwei Compressoren Luft comprimirt und von diesen durch ein hinten befindliches bewegliches Rohr mit grosser Kraft herausgeblassen. Die Compressoren wirken dabei abwechsend. Das zum Betriebe der Maschine nöthige Gas wird in vier Gas-Reservoirs mitgeführt; die letzteren dienen zugleich dazu, das dem Ballon durch Diffussion verloren gegangene Gas zu ersetzen.

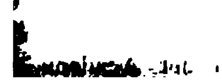
Für den Fall der Landung oder des Aufsuchens einer tieferen Fahrstrasse wird aus dem Ballon Gas herausgepumpt und in eben denselben Reservoirs comprimirt. Zur Erhaltung der straffen Form des Ballons soll das bekannte Ballonet dienen, welches dem Quantum des dem Ballon entzogenen Gases entsprechend aus dem Compressor mit Luft gefüllt wird.

General Russell Thayer hofft damit eine Geschwindigkeit von 30 englischen Meilen in der Stunde zu erreichen, d. h. ca. 48 km oder ca. 13,5 m in der Secunde. Eine solche Eigengeschwindigkeit würde die praktische Verwendung eines derartigen Ballons zu Kriegszwecken sicherstellen. Man beabsichtigt, Dynamitkörper von diesem Luftschiffe aus auf belagerte Städte, feindliche Flotten und Truppenkörper herab zu werfen. Die dem Bau zu Grunde liegenden Principien müssen als richtig und gut durchdacht anerkannt werden. Die Schwierigkeit beruht vor Allem darin, dass die richtige Construction der Maschine ausfindig gemacht werde, welche die nöthige Arbeit zu leisten vermag, ohne den Ballon zu sehr zu belasten.

Die grosse Anzahl von Projecten, welche in neuerer Zeit aufgetreten, zum Theil auch patentirt worden sind, können unmöglich hier, wo das Nöthigste übersichtlich dargestellt werden soll, alle eingehend besprochen werden. Der Mehrzahl nach entbehren sie auch der Möglichkeit jemals technisch ausführbar zu sein, sie bieten oft wiederkehrende Gedanken, denen die Phantasie nur eine neue Form gegeben hat. Man kann sich leicht in ein Wunderland versetzt denken, wenn man alle diese Projecte mit Aufmerksamkeit liesst. Wer aber persönlich dieses Gefühl, wenn auch nur im abgeschwächten Masse empfinden will, braucht nur die vielen bezüglichen [illegible] ausländischen Patentschriften zu

iren. Es mag bemerkt werden, dass diese schon den von der Spreu hiedenen Hafer bilden. Kühne Ideen treten darin zu Tage, Ideen, wir eben mit unseren so unvollkommenen Mitteln nicht ausführen nen. Bezeichnend ist, das von den deutschen Projectanten, welche ihre Luftschiffe patentiren liessen, nur einer, nämlich der Oberförster ımgarten, einmal im Ballon gesessen hat. Man sollte annehmen, er dadurch einige Praxis erlangt. Aber trotzdem konnte sich auch ımgarten nicht von unfruchtbaren Gedanken trennen, wie das von genommene Patent auf einen „Metall- oder Hartglasballon“[1]) be- st. Dabei soll aber auch anerkannt werden, dass in vielen Details Ausführungen, wie Constructionen leichter Propellerschrauben, Wende- el u. s. w. von einzelnen ganz Gediegenes und praktisch brauch- s geschaffen worden ist.

1) Deutsches Reichs-Patent Nr. 18697.



Kapitel IX.

Französische Militär-Aëronautik.

Die Luftballons waren kaum erfunden, als auch schon Meus und viele andere sie als nützliche Kriegs-Hilfsmittel erkannten un maassgebender Stelle als solche vorschlugen. Sie fanden indess ir maliger Zeit keine Beachtung ihrer Vorschläge.

Während des Krieges der I. Republik erinnerte man sich ders wieder und schenkte ihnen eine grössere Aufmerksamkeit. Eine sondere Anregung hierzu bot sich durch die Belagerung von Cond Jahre 1793. Der Commandant dieser Festung, General Chanzel, suchte nämlich mit Hilfe eines kleinen Ballons, dem in der Nähe findlichen französischen Heere unter Dampierre Nachrichten zukom zu lassen, in denen er das Missliche seiner Lage klar legte und schnelle Hilfe bat. Der Ballon, bei günstigem Winde aufgelassen, aber jedenfalls nicht dicht genug, um das Gas längere Zeit halte können: denn er fiel sogleich im Lager des Cernirungscorps ni und somit kamen die Berichte über die Lage Condés in die Hände Herzogs von Coburg.

Der Wohlfahrts-Ausschuss hatte in Paris eine Commission geb welche Vorschläge und Erfindungen bezüglich ihrer Verwerthung Wohle der Republik prüfen sollte. Guyton de Morveau, ein siker, der 1784 bei den aëronautischen Versuchen der Akademie Dijon mit thätig war, beantragte in der Commissi Gefechten und Belagerungen als Observatorium zu mission billigte diesen Vorschlag und unterbreite

fahrts-Ausschlusse zur Genehmigung. Die Erlaubniss zur Ausng der Versuche wurde ertheilt unter der Bedingung, dass zur tellung des Wasserstoffgases keine Schwefelsäure benutzt werde, man den Schwefel zur Pulverbereitung nöthiger brauche. Die mission gerieth dadurch durchaus nicht in Verlegenheit, da Lavoir kurz zuvor die Methode der Herstellung des Wasserstoffes aus sserdampf entdeckt hatte. Es handelte sich nur darum, dieserhalb suche auch im Grossen anzustellen, um den Bedarf an Materialien, beste Anordnung und Einrichtung des Ofens, sowie die Zeitdauer Gasentwicklung, namentlich derjenigen Menge, welche zur einmaligen lonfüllung erforderlich ist, ermessen zu können. Dem Physiker Coulle wurde die Leitung der Versuche übergeben. Zur Ausführung ren ihm der Garten der Feuillants und Räumlichkeiten in den Tuilerien Verfügung gestellt. Unter Aufwand grosser Anstrengungen wurde Gasofen nach vier Tagen und drei Nächten fertig gestellt und probirt. Commission war mit dem Resultate zufrieden. Darauf hin beaufgte der Wohlfahrts-Ausschluss Coutelle, in das Haupt-Quartier des erfeldherrn Jourdan nach Maubeuge zu reisen und diesem die Verndung von Ballons bei der Armee vorzuschlagen. Der General nahm Vorschlag an; Coutelle reisste nach Paris zurück und begann ter Zustimmung der Commission umfangreichere Versuche anzustellen. seiner Unterstützung erbat er sich hierzu den Maler und Mechaniker nté. Als Ort ihrer Thätigkeit wurde von nun an beiden das Schloss udon angewiesen, wo gleichzeitig ein Artillerie-Uebungslager installirt r. In sachgemässer Weise suchte man das Material gleich für den ldgebrauch geeignet zu machen. Der Ballon sollte nur zwei Menschen zunehmen brauchen und aus dem leichtesten Stoff gefertigt werden, nit seine Grösse möglichst beschränkt werden könnte. Man brauchte n entsprechend weniger Gas und konnte die Bereitschaft des Ballons nit ausserordentlich beschleunigen. Auch der Ofen wurde verbessert. tt der Kanonenrohre, welche in der Rothgluth vielfach gesprungen ren, führte Coutelle kupferne Cylinder als Retorten ein, deren Zahl auf sieben beschränkte. Nach einigen Monaten waren alle diese beiten soweit beendigt, dass der erste Ballon „Entreprenant“ vor der mmission seine erste Auffahrt machen konnte.

Die Prüfung verlief in folgender Weise. Coutelle bestieg die ndel und fuhr in dem an zwei Tauen von 20 Mann gehaltenen Ballon . In verschiedenen Höhen von 80 bis 120 m musste er Beobachtungen tellen, wie weit er mit dem Fernrohr sehen konnte; ferner musste

er Signale, welche die Commission nach oben hinauf gab, zum Zeic des Verständnisses wiederholen. Wollte er selbst Nachrichten nach un geben, so liess er an einem Halteseil diese in kleinen Sandsäckc hinunter. Er zeigte dann, wie er mit Hilfe des Sprachrohres die wegung des Ballons von oben aus zu leiten vermochte. Reichte Schall des Sprachrohres nicht mehr aus, so geschah das Dirigiren Hilfe einer weissen, rothen und gelben Flagge. Diese entsprachen optische Signale dem Commando: „Steigen, Sinken, Vorgehen!" Richtung des Vorgehens wurde zugleich mit der Flagge angezeigt. nachrichtigungen von unten an den Luftschiffer erfolgten in densel Farben mittelst grosser an der Erde ausgebreiteter Tücher. Der Vers fiel so günstig aus, und die Commission wurde so von der Nützlich von Ballons im Kriege überzeugt, dass auf Grund ihres Berichtes C telle vom Wohlfahrts-Ausschlusse das Patent als Hauptmann ert wurde und er zudem den Auftrag erhielt, sofort eine Compagnie Aé stiers zu formiren.[1]) Coutelle wurde am 2. April 1794 zugleich d Generalstabe zugetheilt und zum Befehlshaber aller Luftschiffer erna Zum Formiren der Compagnie wurde ihm nicht viel Zeit vergö Schon nach acht Tagen war er, vorläufig ohne Ballon, mit derselben Maubeuge, welches die Oestreicher damals belagerten. Zunächt wu die Compagnie noch ergänzt. Coutelle hatte sich besondere Leute d ausgewählt. Er brachte ihre Stärke auf einen Capitain, einen Lieuten einen Unterlieutenant, einen Feldwebel, vier Unterofficiere und 26 meine. Sein erster Officier Delaunay war ein ehemaliger Mau meister, dessen Intelligenz und praktische Kenntnisse zu verschiede Malen während des Feldzuges ihre Probe bestanden hatten. Sein Un lieutenant war ein ausgezeichnet tüchtiger Chemiker und Physi Als Mannschaften hatte er hauptsächlich Handwerker, wie Tisch Schneider, Maurer, Seiler u. s. w auserlesen.

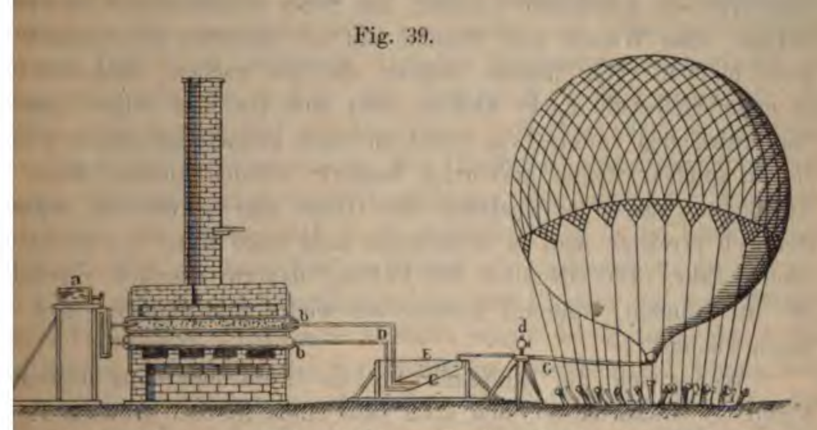
Diese Compagnie war in den Armeelisten als besondere Abtheil der Artillerie zugetheilt worden. Die Uniform der Leute bestand blauem Rock und Hose mit rothem Passepoil, schwarzem Kragen Aufschlägen mit Infanterie-Knöpfen und der Aufschrift „Aérostiers". den Arbeitsdienst besassen sie noch einen Anzug aus blauem Zwil Bewaffnet waren sie mit einem Säbel und zwei Pistolen. Das Bal Material selbst konnte auf zwei Wagen transportirt werden (excl.

---

1) Die Verfügung befindet sich im Wortlaut in Sircos et Pall Histoire des ballons. Paris 1876. S. 246.

fen-Materials). Die Zeit bis zur Ankunft des Ballons aus Meudon tzte **Coutelle** zum Bau des Ofens und zur Anlage von Vorraths-zinen für Brennmaterial (Fig. 39).

Fig. 39.



Vasserbassin. *b* Retorten. *c* Kühler. *d* Hahn zur Regulirung des Gaszuflusses in den Ballon.

Ueber den Bau des Ofens giebt uns der Unterlieutenant der Com-ie, Baron **de Selle-Beauchamp**, detaillirte Auskunft, er sagt: r bauten an Ort und Stelle einen grossen Flammofen mit zwei rden an jedem Ende; dieser Ofen war in Ziegeln fest aufgemauert; im wurden sieben metallene Röhren, die aus Creuzot kamen, ange-ht, welche man zuvor mit Eisen-, Feil- und Drehspähnen, die von gereinigt wurden — eine Arbeit, welche nebenbeigesagt für uns eine mühevollsten Dienstleistungen war — vollfüllte; dann wurden die voll-llten und an beiden Enden verkitteten Retorten-Röhren in den Ofen, unten und drei oben, eingesetzt, und durch andere Ziegel einge-ssen und verkittet, in der Art, dass nur zwei oder drei Stellen frei en, um das Glühendwerden derselben überwachen zu können. An r Seite des Ofens befand sich ein langer erhöhter Bottich (*a*), um ver-lst angebrachter Röhren den Retorten (*b*) Wasser zuzuführen; an der ren Seite war ein anderer grosser viereckiger Bottich (*c*) mit einer ge-gten Kalkwasserlösung, durch welchen das Gas hindurch musste, um von Kohlensäure zu reinigen; waren diese Vorbereitungen beendet, machte man in jedem Heerd ein starkes Feuer aus kleinem Holz, hes so lange unterhalten wurde, bis die Retorten weissglühend wurden; aus dem oberen Bottich in jede der Retorten hineingelassene Wasser seinen Sauerstoff darin ab, während der Wasserstoff in dem zweiten

Bottich sich von Kohlensäure reinigte und von hier vermöge se
Leichtigkeit durch ein Kautschuckrohr sich in den Ballon begab, welc
er in dem Maasse, wie er ihn anfüllte, aufblähte. Alle diese Operatio
erforderten die peinlichste Sorgfalt; das Feuer musste derart unterhal
werden, dass Wärme und Flamme auf alle Retorten gleichmässig v
theilt blieben. Man musste sorgsam darüber wachen, dass sich ni
an einer Stelle die Farbe änderte oder sich ein Riss zeigte, aus d
Gas entweichen konnte, was leicht an einer kleinen bläulichen Flamm
die an solchen Stellen hervortrat, bemerkt werden konnte; diese G
Ausflüchte waren im Zustande der Gluth sehr schwer zu repariı
Dennoch erreichte man es schliesslich nicht ohne Mühe und selbst ni
ohne Gefahr. Die Operation der Füllung dauerte ziemlich regelmäs
36—40 Stunden, während welcher wir weder zum Schlafen noch z
Essen kamen.“ —

Wenngleich die Strapazen für die Aërostiers ganz bedeute
waren, so bewahrten sie sich doch stets einen frischen freudigen Ge
in Zeiten grösserer Ruhe unterliessen sie nicht, auch kleine Bälle
arrangiren, welches uns der soeben angeführte Berichterstatter mit gro
Ausführlichkeit überliefert hat. Im Lager wurde die neue Truppe
fangs etwas über die Achsel angesehen. Sie schien den andern n
Handwerker- als Soldaten-Compagnie zu sein. Coutelle erachtete es
Nothwendigkeit, die Kameraden bald eines besseren zu belehren
erbat sich daher von Jourdan die Erlaubniss, bei einem bald gepla
Ausfalle mit seinen Aërostiers ohne Ballon mitwirken zu dürfen.
kleine Häuflein ging ehrenvoll aus dem Kampfe hervor; es hatte
tapfer geschlagen, nur Zwei waren verwundet worden. Von da ab
seine Stellung in der Armee eine geachtete.

Kurz danach traf der Ballon ein und wurde in ca. 50 Stu
gefüllt. Coutelle stieg nun täglich zweimal mit einem Generalst
Officier auf, um Stellung und Stärke des Feindes auszukundscha
Am 13. Juni, als der „Entreprenant“ zum fünften Male aufstieg, w
nach ihm aus zwei siebzehnpfündigen Haubitzen geschossen. Die
Kugel ging über den Ballon hinweg, die zweite so nahe an ihm vo
dass Coutelle bereits glaubte, der Ballon wäre durchlöchert. Als
aber den „Entreprenant“ schneller steigen liess, gingen die folge
Kugeln alle tief unter ihm hinweg. Nach zweistündiger Recognosci
wurde das Herabziehen so schnell ausgeführt, dass ein erneuertes Schie
erfolglos blieb.

Wenngleich auf diese Art der Ballon den feindlichen Ku

ht entwischte, so konnten doch die denselben haltenden Mannschaften r durch sie belästigt und Vieles von dem unten befindlichen Material stört werden. Die Oestreicher kamen aber, wie Baron de Selle-auchamp berichtet, nicht auf diesen Gedanken. Auf Seite der anzosen suchte man ihnen darin zuvorzukommen. Man holte schleu-gst aus Lille einen erfahrenen Artillerie-Sergeanten, welcher nach er-lgter Orientirung im Terrain dem General Jourdan versprach, die aubitzen in kurzer Zeit zu demontiren. Es kam dazu aber weiter cht, denn die Oestreicher zogen ihre Geschütze sonderbarerweise bald s der Stellung zurück und beunruhigten das Lager der Aërostiers icht mehr. Sie ergaben sich in ihr Schicksal, sich in die Karten sehen u lassen. Was die östreichischen Kugeln nicht vermochten, hätte kurze Zeit darauf beinahe die Unerfahrenheit in dem Umgang mit dem Material zu Stande gebracht. Bei einer Auffahrt wurde der Aërostat durch den Wind gegen den Kirchthurm von Maubeuge getrieben und entging hier-bei mit knapper Noth einer Havarie. Es wird ferner berichtet, dass beim Gasofen, der wahrscheinlich zur Nachfüllung in theilweiser Thätig-keit blieb, durch zu starke Feuerung mehrere Retorten geschmolzen seien, und dieses Ereigniss zu dessen vollständigem Umbau genöthigt hätte. Am 18. Juni erhielt Coutelle den Befehl, Jourdan's Armee mit dem Ballon nach Charleroi zu folgen. Da ein Entleeren und Wieder-füllen zu viel Zeit beanspruchte, beschloss er, den „Entreprenant" gefüllt u transportiren. Der hieraus entspringenden Schwierigkeiten war sich der Kapitän wohl bewusst. Seine Anordnungen bestanden darin, dass r um den Aequator des Ballonnetzes 16 starke Seile anbrachte, deren edes von einem Luftschiffer gehalten wurde. Coutelle stieg dann in ie Gondel und liess in geringer Höhe schwebend den Ballon fortziehen, wobei er mittelst eines Sprachrohres das Commando führte. Das ganze Zubehör des Ballons, wie Halteseile, Signal-Apparate und Schutzzelt waren in der Gondel verpackt. Die französischen Luftschiffer hatten Glück; sie gelangten bei Nacht durch das östreichische Cernirungscorps on Maubeuge, ohne von Schildwachen bemerkt zu werden, hindurch nd ohne weiteren Unfall nach unsäglich mühevollen Märschen nach harleroi. Es war schon spät, da sie stets hatten kleine Umwege machen müssen, immerhin aber noch hell genug, um sofort eine Recognoscirung mit einem höheren Officier vornehmen zu können. Am nächsten Tage, em 25. Juni, verblieb der Ballon mit dem General Morelot acht tunden lang in den Lüften, ungeachtet der vielen auf ihn abgefeuerten eindlichen Schüsse. Dieser überzeugte sich davon, dass sich die Stadt

nicht lange halten könne; und in der That capitulirte sie am folgenden Tage, gerade kurz bevor die Oestreicher zum Entsatz herranrückten.

Nach der Uebergabe dieser Festung erhielt die Aërostier-Compagnie den Befehl, in der Nähe des General-Quartiers bei Gosselies zu verbleiben. Es war Allen klar, dass ein Zusammenstoss der Armeen nahe bevorstand. Am 26. Juni 1792 brachte um 4 Uhr früh ein Adjutant der Compagnie den Befehl, sich nach dem Plateau der Mühle von Jumey, dem Centrum der französischen Stellung und Aufenthaltsort der Höchst-Commandirenden zu begeben. Hier stieg zunächst Coutelle mit dem Divisions-General Morelot auf, bis zu einer Höhe von 400 m (1200 Fuss). Der Depeschen-Verkehr von dem hohen Observationsposten herab war ein sehr lebhafter. Es geschah, wie schon erwähnt, durch Herabwerfen kleiner Sandsäckchen, in denen die Meldungen eingebunden waren. Die in ihrer Stärke unterlegene französische Armee wurde am Nachmittage geworfen. Die Wucht des östreichischen Vorstosses zerschellte indess an der schon im französischen Besitz befindlichen Festung Charleroi. Als die vorrückenden Colonnen von den Wällen der Festung mit einem wohlgezielten Kartätschenhagel überschüttet wurden, wandte sich der Erfolg des Tages auf die Seite der Franzosen.

Am Nachmittage 5 Uhr stieg der „Entreprenant" noch einmal auf Befehl Jourdan's zwischen Fleurus und Gosselies auf. Diesmal wurde der Adjutant Étienne mitgenommen, um den rechten Flügel der fechtenden französischen Schlachtordnung zu beobachten und ihm Befehle zu signalisiren. Bei der Auffahrt wurde der Ballon wieder sehr heftig von einer östreichischen Haubitzen-Batterie beschossen. Die Kugeln strichen sehr nahe vorbei, eine ging sogar zwischen Ballon und Gondel hindurch; er kam indess alsbald ausser Schussbereich. Dass der Ballon bei Fleurus sehr nützliche Dienste geleistet und wesentlich zum glücklichen Ausfalle des Tages beigetragen hat, wird von vielen französischen Officieren bestätigt. Abgesehen von den so wichtigen Recognoscirungen über die Stellung und Stärke der östreichischen Armee, übte es auf letztere selbst einen sehr deprimirenden Eindruck aus. Die ganze Kriegskunst der östreichischen Generale erschien mit einem Male nichtig zu sein; sie sahen ihre Absichten durch die Bewegungen der Truppenkörper vorher den Franzosen verrathen. Es wird erzählt, dass Gefangene aus dem Heere des Herzogs von Coburg, als sie bei den Luftschiffern vorbeikamen, diesen zuriefen: „Wenn wir Euch fangen, ihr Spione, hängen wir Euch!" Das [illegible] die armen Aërostiers eine

nig verlockende Zukunft, deren baldiges Herrannahen sie bei dem gnal zum Rückzuge etwas peinlich beängstigte.

Inzwischen war in Paris die Nützlichkeit der neuen Observationssten erkannt worden; man dachte daher am 23. Juni 1794 daran, ne zweite Luftschiffer-Compagnie zu formiren. Conté, der rührige hef des Depots in Meudon, wurde beauftragt, die Neuformation in's Verk zu setzen. Nach dem Beschlusse des Wohlfahrts-Ausschusses urde ferner am 31. October 1794 zu Meudon die „École nationale rostatique“ gegründet. In ihr sollten alle die Militär-Aëronautik beührenden Fragen studirt werden, und nicht allein jene selbst gefördert, ndern es sollten auch brauchbare Officiere für die neue Waffe herausbildet werden. Conté wurde zum Director der mit der Werkstatt erbundenen Schule ernannt.[1]) Ihm waren unterstellt ein Unterdirector, n Magazinverwalter, ein Secretär und 60 Schüler. Letzere waren in rei Divisionen à 20 Mann, mit je einem Unterlieutenant, einem Seranten und zwei Corporälen eingetheilt. Schule und Wohnung des ersonals wurden im neuen Schlosse eingerichtet. Das alte Schloss urde in eine Ballon-Werkstatt nebst Laboratorium verwandelt. Die ehrthätigkeit erstreckte sich auf praktische und theoretische Aëronautik, hysik, Chemie, Mechanik und Geographie. Für den praktischen Dienst urde ein Ballon gebaut und auf der grossen Schlossterrasse aufgestellt. ie in Meudon construirten Aërostaten hatten meist die Gestalt einer ugel von einem Durchmesser von 27—32' (9—10 m); dieselben wurden is besonders für diesen Zweck gewebten Seidentafet genäht und demichst mit einem von Conté erfundenen Firniss gedichtet. Dieser wurde isserlich fünfmal aufgetragen und soll die Ballons hinlänglich gasdicht macht haben, ohne dass er dabei die unangenehme Eigenschaft der lebrigkeit besass. Die Ballons waren von hervorragender Leichtigkeit; r Gewicht betrug nur ca. 160—180 Pfund. Die obere Hälfte war im Schutze gegen den Regen mit einer anschliessenden Leinwandkappe deckt. Ein aus starken Stricken gefertigtes Netz umgab unter dieser appe den oberen Theil. An letzterem waren die Leinen, welche die ondel trugen, befestigt. Die Gondel bestand aus einem leichten Holzterwerk und war inwendig mit Leder ausgeschlagen. Sie bot zwei rsonen Platz und hing ca. 16' (5 m) unter dem Ballon. An der oberen

1) Die Beschlüsse des Comité,s, welche über die Organisation Aufschluss sen, befinden sich im Wortlaute in „En Ballon pendant le siège de Paris von ssandier, desgl. in Sircos et Pallier, Histoire des ballons. S. 259.

Kappe waren dann die beiden Haltetaue befestigt. Die Höhen, bis zu welchen die Taue reichten, betrugen ca. 250 Klafter (500 m). Bei den Uebungen in Meudon selbst wurde der Ballon nur 80—120 Klafter (160—240 m) hoch gelassen. Der Ballon stieg hier bei günstigem Wetter täglich auf. Das Fertigmachen zur Auffahrt währte 5 Minuten. Eine Division der Zöglinge musste den Ballon halten. Um das Festhalten zu erleichtern, hatte jeder Mann seinen eigenen Haltestrick, der am Haltetau angeknotet wurde und in Folge eines am Ende angebrachten Knebelgriffes ein bequemes Festhalten gestattete. Blieb der Ballon längere Zeit oben, so wechselten sich die Divisionen im Halten ab. Beim Herabziehen kam ihnen dann ein Walzwerk zum Aufwickeln der Taue mit zu Hilfe. Ueber die grosse Steigkraft und Gasdichtigkeit der Hülle hat uns unser Landsmann Meyer, welcher sich längere Zeit in Meudon aufhielt, schätzbare Andeutungen hinterlassen.[1]) Er sagt, dass bei einem frischgefüllten Ballon 20 Personen zum Halten nöthig gewesen wären, und dass ein solcher beim ersten Versuch 1800 Pfund hätte tragen können. Zwei Monate später hätte derselbe Ballon mit derselben Füllung, zwar ebenfalls noch zwei Personen mit Zubehör und Ballast bis zur gleichen Höhe erhoben, jedoch nur noch 10 Mann zum Halten bedurft. Sein unterer Theil wäre auch nicht mehr gespannt gewesen. An der Glaubwürdigkeit des ehrwürdigen Domherrn aus Hamburg dürfte kaum zu zweifeln sein. Als Freund und Gastfreund Conté's hatte er Gelegenheit, aus erster Quelle seine Erkundigungen zu schöpfen und selbst als Augenzeuge Allem beizuwohnen. Das Institut zu Meudon war bereits damals dem Publikum, namentlich aber Ausländern, verschlossen. Meyer hatte es nur den eben erwähnten Umständen, sowie seiner Bekanntschaft mit anderen hervorragenden Männern der Wissenschaft zu verdanken, dass er in das Institut hineingelassen wurde. Ausser ihm konnte sich nur noch ein deutscher Chemiker Schleicher, ebenfalls aus Hamburg, dieses Vorzugs rühmen.

Die Zahl der in Meudon verfertigten Luftballons beläuft sich auf sechs, nämlich: der „Entreprenant" und der walzenförmige „Céleste"[2]) für die Maas- und Sambre-Armee und der „Hercule" und „Intrépide" für Rhein- und Mosel-Armee, der bereits erwähnte „Uebungs-Ballon" und der für die italienische Armee gebaute „Télémaque".[3])

1) Fragmente aus Paris im IV. Jahre d. franz. Republik von F. J. L. Meyer. Hamburg 1797. Bd. II, p. 114.

2) Sircos et Pallier Histoire [illegible]ns, p. 258.

3) L'Aéronaute 1876, p. 151.

Nicht mindere Aufmerksamkeit, als der Verbesserung des Ballon-Materials, wurde der schnellen ergiebigen Gasbereitung gewidmet. Der von Coutelle entworfene Ofen hatte im Laufe der Zeit mannigfache Verbesserungen erfahren. Der Meudoner wurde etwas abweichend von dem erwähnten im Felde bei Maubeuge erbauten, nach Meyer folgendermassen eingerichtet: „Sechs oder mehr eiserne, den Kanonenläufen ähnliche Cylinder oder Röhren, werden in einen Ofen, der innerhalb 12 Stunden aufgemauert werden kann, neben- und übereinander fest eingemauert, so dass die beiden Enden der Cylinder aus dem Ofen hervorragen. Die beiden Oeffnungen der Cylinder sind mit starken eisernen Deckeln versehen, in welchen mettallene Röhren angebracht werden; die eine, mit einer Klappe versehene Röhre, dient dazu, das vorher erhitzte Wasser in den glühend gemachten Cylinder einzuführen, während die andere Röhre dazu bestimmt ist, das hervorgebrachte Gas durch einen mit kaustischer Lauge angefüllten Wasserbehälter zu leiten und danach in den Ballon zu treiben.“ Die Cylinder waren mit groben Eisenfeilspähnen, die vom Kanonenbohren abfielen, gefüllt. Sie wurden durch Steinkohlenfeuer in glühenden Zustand gebracht und in solchem erhaltem. Das Wasser kochte man und liess seine Dämpfe in angemessener Menge durch das glühende Eisen ziehen. Da die eisernen Cylinder unter der Hitze leicht schmolzen, brachte man an beiden Enden derselben Pyrometer zum Kennzeichnen der Wärme an. Später ersetzte man sie durch kupferne Retorten von 1 m Länge und 0,4 m innerer Weite.

Bemerkenswerth ist die Art, wie Conté den Signaldienst vervollkommnete. Wir haben bereits gehört, wie Coutelle denselben mit Hilfe dreier verschieden gefärbter Flaggen ganz geschickt handhabte. Der neu erfundene optische Telegraph setzte sich zusammen aus acht Cylindern. Ein solcher bestand aus schwarzem über Reife gezogenen Wachstafet und liess sich beliebig verlängern und verkürzen. Diese Cylinder hingen, unter sich durch Stricke verbunden, in Zwischenräumen von je 4′ einer über dem andern und bildeten so unter der Gondel gleichsam einen Schweif. Vermittelst Leinen, welche durch den Gondelboden liefen, konnten sie beliebig verkürzt werden und ergaben auf diese Weise 265 auf weite Entfernungen hin deutlich sichtbare Zeichen. Zwischen Dammartin und Meudon soll eine solche Telegraphenlienie erprobt worden sein und genügend geschwind und sicher gearbeitet haben. Als es jedoch einigermassen windig wurde und zu regnen anfing, kam das ganze System in Unordnung, so dass nunmehr weitere Versuche unterblieben. Man beschränkte sich in Folge dessen auf die oben schon er-

wähnte Flaggen-Telegraphie, für welche besondere Signalbücher ausgearbeitet wurden, die man öfter abänderte, damit sie nicht verrathen werden konnten.

Nach der Schlacht bei Fleurus lag die Luftschiffercompagnie kurze Zeit bei Limbusart im Quartier und marschirte alsdann mit der Armee auf Lüttich zu. Der Ballon wurde, wie ehemals, gefüllt transportirt. Das Glück war indess diesmal den Luftschiffern weniger hold. In der Nähe der Höhen von Namur schleuderte ein plötzlicher Windstoss denselben gegen einen Baum, wodurch er am oberen Theile einen grossen Riss erhielt und sogleich seine ganze Füllung verlor. In dieser schwierigen Lage blieb nichts anderes übrig, als nach dem 12 Stunden entfernten Maubeuge mit dem zerrissenen Ballon zurückzukehren. Hier war der Gaserzeugungsofen und andere Reserve-Materialien, welche jetzt in Anspruch genommen werden mussten, zurückgeblieben. Da die Wiederherstellung des „Entreprenant" in kürzerer Zeit sich als nicht möglich erwies, bestellte Coutelle einen neuen Ballon in Meudon und reisste sogar selbst dorthin ab, um die Sendung zu beschleunigen. Mit dem neuen länglichen Ballon „Céleste" wurde darauf schleunigst nach dem belagerten Lüttich aufgebrochen. Während des Aufenthaltes in Lüttich wurde der erste Versuch mit dem „Céleste" gemacht. Zu seiner Füllung wurde daselbst sofort ein besonderer Gasofen erbaut. Bezüglich des Versuches selbst berichtet Coutelle in seinen Memoiren: „ich stieg damit in der Citadelle bis zur Höhe von 100 Klaftern auf. Die Seile waren auf jeder der beiden grossen Seiten befestigt; aber eines der äussersten Enden dieses Cylinders stand immer mit sehr schwacher Widerstandskraft dem Winde entgegen, wonach stets die beiden Seile diesem Theile des Ballons sich näherten und der Ballon in seinem Mittelpunkte keinen Halt mehr hatte. Der andere Theil unter dem Winde erhielt dadurch eine Bewegung sich zu neigen, und das Schiffchen wurde so unaufhörlich von einem auf das andere Seil getrieben, was jede Beobachtung nicht nur unmöglich, sondern sogar sehr gefährlich machte." Der längliche Ballon wurde also als unbrauchbar erklärt und nach Meudon zurückgeschickt. Die Compagnie empfing danach Befehl, nach Brüssel abzurücken. Der Marsch mit dem gefüllten, wieder reparirten „Entreprenant", das Uebersetzen auf einem Schiffe über die Maas, Alles war auf's Beste geglückt, da plötzlich ereilt ihn das Verhängniss am Thore von Brüssel (10. September). Ein Windstoss schleuderte ihn gegen einen Pfahl, so dass er im unteren Theile einen Riss erhielt und viel Gas verlor. Zu[illegible]ung begab sich Coutelle

t seinem Material in den Park von Brüssel. Hier umzog er den thigen Arbeitsraum mit einem einfachen Faden und sah zu seiner eude, wie das zahlreich herbeiströmende Publikum die Barrière wohl achtete. Der Schaden soll zwar nach zwei Tagen bereits reparirt gesen sein und am vierten Tage nach dieser Affaire die Compagnie beits wieder bei der Armee sich befunden haben, indess scheint die eparatur keine genügende gewesen zu sein, weshalb der Ballon doch och nach Meudon zurückgeschickt werden musste. Die Compagnie lag emnächst Monate lang unthätig in Burtscheidt bei Aachen. Coutelle enutzte diese Zeit damit, dass er daselbst ein Depôt einrichtete. Im lärz 1795 wurde Coutelle zurückberufen, um definitiv eine zweite uftschiffer-Compagnie für die Rhein-Armee zu organisiren. Damit erolgte zugleich eine Reorganisation des Luftschiffercorps. Die Compagnien rhielten den Stärke-Etat von: einem Capitän, zwei Lieutenants, einem Quartiermeister-Lieutenant, einem Feldwebel, einem Fourier, drei Corporälen, einem Tambour und 44 Luftschiffern.

Die Officiere waren folgende:

	Erste Compagnie.	Zweite Compagnie.
Hauptmann	L'homond	Delaunay.
Erster Lieutenant	Plazanet	Merle.
Zweiter Lieutenant . . .	Gancel	De Selle de Beauchamp.
Quartiermeister-Lieutenant .	Varlet	Deschard.

Die erste Compagnie erhielt nach einiger Zeit die ganz neu gefertigten Ballons „Intrépide“ und „Hercule“. Letzterer soll in seiner Form nach unten stark kegelförmig gewesen sein.[1]) Die zweite Compagnie, welche bald in Thätigkeit treten sollte, musste sich daher mit dem wiederhergestellten „Entreprenant“ begnügen.

Coutelle erhielt den Titel eines Bataillons-Commandeurs und Commandanten des Luftschiffercorps. Er begleitete zunächst die zweite Compagnie nach Mainz, das 11 Monate lang belagert wurde. Nach der Ankunft des Ballons fanden tagtäglich, wenn es das Wetter gestattete, Recognoscirungen statt, und zwar theilweise mit recht gutem Erfolge. Coutelle sagt, er hätte die Geschütze auf den Wällen mit blossem Auge zählen können.[2]) Mit dem Herannahen der schlechten Jahreszeit wurden die Luftschiffer nach Frankenthal geschickt, um dort zu über-

1) Dr. Posselt, Politische Annalen, Stück 8, Jahrg. 1796.

2) S. dasselbe Resultat im Kriege von Paraguay gegen die Triple-Allianz. Amerikan. Luftsch.

wintern und ihr durch Witterungsunbilden und Kugeln vielfach beschädigtes Material wieder in Stand zu setzen. Als mit dem Frühjahr die Feindseligkeiten wieder aufgenommen wurden, beschädigte ein Schuss gleich bei Beginn derselben den „Entreprenant" dermaassen, dass er unbrauchbar wurde und zur grösseren Reparatur nach Molsheim bei Strassburg, woselbst ein Luftschifferpark eingerichtet war, gebracht werden musste.

Während des Vormarsches der Armee Morelot's befand sich die Compagnie bei der Avantgarde wieder in rastloser Thätigkeit. Sie schloss sich derselben in Rastatt an und machte dann mit gefülltem Ballon den Marsch über Stuttgart nach Donauwörth. In diesen beiden Städten wurden Auffahrten veranstaltet. Der Vormarsch setzte sich bis nach Augsburg fort. Darauf trat der schleunige Rückzug der französischen Armee ein. Der Ballontrain kam wohlverpackt unter vielen Gefahren in Rastatt wieder an und wurde von hier nach Molsheim zurückgeschickt.

Coutelle hatte die Compagnie schon bei Frankenthal in Folge eines Nervenfiebers verlassen müssen, und damit schien auch der Glücksstern der Aërostiers untergegangen zu sein. Nach dem Wechsel des Oberstcommandirenden gelang es dem Capitän Delaunay nicht mehr, zur Thätigkeit zu gelangen. Moreau's Nachfolger Hoche liess sich nicht von der Nützlichkeit des Ballons überzeugen und befahl der Compagnie, trotz aller Reclamationen Delaunay's in Molsheim zu verbleiben. Die erste Compagnie folgte von Burtscheidt aus, der Maas und Sambre-Armee, die in Deutschland einbrach, um Moreau zu unterstützen. Hauptmann L'homond sorgte für eine sehr häufige Verwendung seines Ballons. Alle auf der Marschroute liegenden und damals befestigten Plätze, Andernach, Düsseldorf, Coblenz u. s. w., wurden von ihnen aus recognoscirt.

Ueber eine Auffahrt berichtet die Coblenzer Chronik: „Am 1. August, Nachmittags um 5 Uhr, stieg bei Maller auf dem Berge ein Luftballon mit einem Genieofficier zur Recognoscirung der Werke. Das muss ihm aber nicht gleich gerathen sein, denn täglich, bis zum 7. August, haben sich um dieselbe Stunde die Versuche wiederholt. Wir sahen den Ballon nach Vallendar hinaufbringen, er wurde von fünfzig Mann transportirt. Am 5. August liesen die Franzosen wiederum den Ballon auf dem Berge hinter dem Mallerhofe steigen, der sich bis auf die Anhöhe am alten Hospital näherte, daselbst eine halbe Stunde verweilte und schliesslich nach dem Punkte der Erhebung zurückkehrte. Eine danach gesandte Granate zersprang unweit davon."

Weitere Recognoscirungen wurden bei Worms und Mannheim ausführt.

Auch während der Schlacht bei Würzburg schwebte der Ballon den Lüften. Nach dem unglücklichen Ausfall derselben, musste sich e Compagnie dann in die Festung zurückziehen und gerieth auf diese 'eise einige Monate in Gefangenschaft. Später wurde sie in Meudon ieder reorganisirt und nach Egypten geschickt. Leider war sie hier otz der Leitung des rührigen Conté zur Unthätigkeit verdammt, weil as auf den Schiffen befindliche Material zur Gaserzeugung von den ngländern in der Schlacht bei Abukir vernichtet worden war. Eine 'regatte, welche eine nachträgliche Sendung an Bord hatte, wurde von en Engländern gekapert. Sie mussten sich darauf beschränken, an einigen 'esttagen Montgolfieren aufsteigen zu lassen, welche wider Erwarten ei den Egyptern weder Furcht noch Bewunderung erregten. Nach er Rückkehr liess 1798 Bonaparte die Aëronauten-Schule zu Meudon chliessen, die Compagnien wurden am 18. Januar 1799 aufgelöst und ie Officiere an der Artillerie und Ingenieur-Schule in Metz als Lehrer ngestellt, wohin auch ein grosser Theil des Materials von Meudon, unter Anderem der Ballon „Télémaque", zur Aufbewahrung gebracht wurde.

Im Jahre 1815 soll dann Carnot während der Belagerung von Antwerpen zu Recognoscirungen Balloncaptifs verwendet haben; indess fehlen darüber nähere Angaben. Die Idee, die Aëronauten-Schule von Meudon wieder zu eröffnen, tauchte 1826 auf. Man ernannte damals eine Commission, welche sich mit der Frage beschäftigte und dieselbe auch für lebensfähig erklärte. Weitere Anstalten, der Sache näher zu treten, wurden indess nicht gemacht.[1]) Ein weiterer Versuch, den Aërostaten im Felde zu verwenden, wurde 1859 gemacht.[2]) Der Luftschiffer Godard wurde damals von der Regierung engagirt. Bei Castiglione machte er am 23. Juni, einen Tag vor der Schlacht von Solferino, eine Recognoscirung von einer Montgolfiere aus. Das Resultat war ein sehr geringes; er sah die Landleute ihre Heerden forttreiben und schloss daraus auf die Nähe des Feindes. Die Auffahrt verfehlte indessen nicht, einen grossen moralischen Effect auszuüben. Später kam ein Seidenballon von ca. 1000 cbm Inhalt an, der in Mailand gefüllt, und dann nach Gorgonzola transportirt wurde. Hier verblieb er zunächst zwei Tage im Artillerie-Park, ohne einen merklichen Gasverlust zu erleiden.

---

1) En Ballon p. l. s. d. P. p. Tissandier.
2) Astra Castra S. 286.

An einem windstillen Tage sollen auch Photographie-Versuche vom Ballon aus durch Nadar gemacht worden, indess nicht günstig ausgefallen sein. Eine ausgedehntere Thätigkeit sollte die Kriegs-Aëronautik in Frankreich erst während der Belagerung von Paris 1870/71 entwickeln.[1])

Anfangs wurde der Versuch gemacht, die in Paris vorhandenen alten Ballons als captifs zu Observatorien zu verwenden. Zu diesem Zweck stiegen am 17. September 1870 während des Gefechts von Valenton bei Bicêtre, vier Aërostaten auf. Später wurde dieser Beobachtungsdienst in der Weise organisirt, dass diese Ballonposten auf verschiedene Stadttheile dislocirt wurden, und zwar stand auf dem Boulevard des Italiens Eugen Godard mit der „Ville de Florence", in den Werkstätten von Vaugirard W. de Fonvielle mit dem „Céleste" und auf dem Platze St. Pierre der Luftschiffer Nedoc mit dem „Neptun". Die Stationen gingen indess bald ein, weil sie bei dem beständig den Horizont verschleiernden Winternebeln zu geringe Erfolge ergaben im Vergleich zu den Schwierigkeiten der Fesselung und Instandhaltung. Vereinzelte Fahrten wurden im November noch gemacht. Dass sie nicht alle resultatlos verliefen, beweisst uns ein Bericht des Major Fraser[2]), welcher uns Folgendes mittheilt[3]):

„Die Franzosen entdeckten bei einer Luftrecognoscirungsfahrt, dass die Deutschen beschäftigt waren, Pierrefitte zu befestigen. Der Beobachter signalisirte dies vom Ballon aus nach Fort de Briche, welches sogleich auf 3000 m Entfernung Feuer gab und die Infanterie Arbeiter-Abtheilungen zum Einstellen der Arbeiten zwang."

Nutzbringender wurde die vom General-Postdirector Rampont eingerichtete Ballon-Postverbindung. Als alle anderen Mittel, mit der Provinz in Verbindung zu bleiben, die Wachsamkeit und Intelligenz des Belagerers zu nichte machte, blieb die Luft als Weg ohne Hinderniss allein übrig. Am 23. September wurden daher die Bahnhöfe der Nordbahn und Orleansbahn zu Ballon-Werkstätten eingerichtet und mit den Luftschiffern Godard, Yon und d'Artois Lieferungs-Verträge abgeschlossen. Die Ballons, aus gefirnisstem Percaline, mussten 2000 cbm Inhalt haben und 10 Stunden nach erfolgter Füllung mit Leuchtgas noch eine Zugkraft von 500 kg besitzen. Jeder einzelne wurde vor

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. II, S. 16.

2) The attack of forteresses in the future. London 1877.

3) S. Zeitschrift des deutschen V[illegible]r Förderung der Luftschifffahrt.

iner Abfahrt daraufhin geprüft. Die Regierung bezahlte für jeden allon 4000 Francs. In der Zeit vom 23. September 1870 bis 28. Jauar 1871 verliessen 64 solcher Ballons Paris.[1]) Von diesen wurden mit 15 Insassen gefangen genommen, während zwei mit ihren beiden Luftschiffern vollständig verschollen sind. Stoffüberreste des einen soll nan nach Jahren bei Port Natal gefunden haben. Im Ganzen verliessen Paris in diesen Ballons 155 Personen mit 363 Brieftauben und ca. 9000 kg Briefen und Depeschen. Von den Tauben kehrten nur 57 mit über 100,000 einzelnen Depeschen nach Paris zurück. Die grosse Anzahl der letzteren wurde nur durch die von dem Photographen Dragon erfundene Methode der Mikrophotographie ermöglicht.

Dragon hatte Paris im November mit dem Ballon „Nièpce" verlassen und ein Atelier für besagten Zweck in Tours eingerichtet.[2]) Vor dieser Einrichtung versuchte der Luftschiffer Gaston Tissandier, unter Benutzung einer günstigen, Paris schneidenden Luftströmung von Punkten der Umgegend aus, in dasselbe mit Depeschen wieder hinein zu gelangen. Alle Versuche aber, welche er zu Chartres, Le Mans und endlich Rouen anstellte missglückten, theils, weil der Ballon nicht zeitig genug fertig war und der Wind inzwischen umschlug, theils, weil unsere deutschen Truppen die in's Auge gefassten Auffahrtsorte occupirten. Unterdess hatte sich auch die Regierung in Tours von der Brauchbarkeit der Ballons im Kriege überzeugt. Mit einem in Tours gefertigten Ballon „Ville de Langres", wurden in Folge dessen die aus Paris gekommenen Luftschiffer Duruof und Bertaux zur Loire-Armee nach Orleans entsandt. Die daselbst in Angriff genommene Füllung mit Leuchtgas währte vom frühen Morgen bis Mittags 1 Uhr. An vier ca. 50 m langen Tauen gefesselt, wurde er von hier, durch 150 Mann über mancherlei Hindernisse hinweg nach Saran bei Cercotte gebracht. Nachmittags 3 Uhr traf man daselbst ein. Sofort wurden die Veranstaltungen zur Auffahrt getroffen. Der Ballon wurde an zwei Taue befestigt, welche über Rollen liefen, die in einem mitgenommenen Gestell sitzend, am Boden verankert waren. An jedem Tau hielten ca. 30 Menschen. Bertaux stieg mit einem

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. II, S. 110. Tabelle und Fahrtenkarte dieser Ballons von Major Buchholtz, desgl. s. Tissandier, En Ballon pendant le siège de Paris, ferner Ernest Saint Edme. La science pendant le siège de Paris.

2) Ausführliches darüber siehe Steenackers, Les Télégraphes et les Postes pendant la guerre de 1870—71. Fragments de Mémoires Historiques. Paris 1883.

Telegraphisten bis zur Höhe von 180 m. Er hatte einen Telegraphen-Apparat bei sich, der mit Tours in directer Verbindung stand. An den Telegraphen-Director Steenackers sandte er folgende Depesche: „Wir sind 180 m hoch in der Luft und übersehen die Ebene sehr gut, ein dichter Nebel verdeckt uns aber den Wald. Wir werden den Versuch bei klarerem Wetter wiederholen."

Nach 20 Minuten kam von Tours folgende Antwort: „Wir beglückwünschen Sie, halten Sie uns im Laufenden von allen Ihren Versuchen." Am 19. November kam der Befehl, den Ballon nach Gidy mitten in das Lager zu transportiren. Duruof liess ihn zuvor schleunigst noch einmal in Orleans firnissen und nachfüllen, da er viel Gas verloren hatte. Am 20. Abends langte man nach einem sehr mühevollem Marsch in Gidy an. Der Enthusiasmus der Soldaten beim Anblick dieser schönen neuen Maschine soll ein grossartiger gewesen sein; das gesammte Lager war freudig erregt. Am nächsten Tage stieg ein Generalstabs-Officier auf. Der Wind war heftig und warf den Ballon lebhaft hin und her. Er musste daher, nachdem er kaum 40 m hoch war, wieder herabgezogen und, als es stürmisch wurde, entleert werden.

Die Freude im Lager war demzufolge schnell verrauscht. An demselben Tage kamen die Brüder Tissandier mit Ballon „Jean Bart" in Orleans an. Mit vielem Eifer machten sie sich sofort daran, Duruof bei der Arbeit, die „Ville de Langres" wieder in Stand zu setzen, behülflich zu sein. Am 23. November waren alle Arbeiten wieder beendet und der Ballon konnte gefüllt nach dem 4 km von Orleans entfernten Schloss von Colombier, einer späteren Central-Station der Aërostiers, gebracht werden. Am 29. November folgte der „Jean Bart" ebendahin nach. Auf Grund eines Befehls des Generals d'Aurelles de Paladine brach Tissandier mit seinem Ballon am nächsten Morgen sofort wieder auf, um sich nach dem Lager von Chilleur zu begeben. Nach einem äusserst schwierigem Marsch von Früh 7 Uhr bis Abends 8 Uhr kam er in Rebréchien an. Am nächsten Morgen wurde der „Jean Bart" durch einen plötzlichen Windstoss zerstört. Die Luftschiffer kehrten nach Orleans zurück und setzten sofort die aus Paris gekommene „Republique universelle" in verwendungsfähigen Zustand. Am 3. December wurde sie gefüllt und glücklich nach Schloss Colombier gebracht, am 4. December befand sie sich auf dem Marsch nach Chilleur. Duruof verblieb mit seinem Ballon in Schloss Colombier als Reserve. Es ist wunderbar, weshalb er nicht nach dem Unglück des „Jean Bart" für diesen eingetreten ist. Die Niederlage der Loire-Armee liess die „Repu-

blique universelle“ nicht mehr zur Verwendung gelangen. Der Ballontrain wurde von der fliehenden Armee mit fortgerissen und erreichte nur kaum noch den letzten Zug nach Tours. Duruof entkam auf eben demselben Zuge mit seinem Ballon der Gefangenschaft. In Tours hatte Steenackers inzwischen das neue Theater in ein aërostatisches Arsenal verwandelt, in dem die aus Paris gekommenen Ballons ausgebessert wurden, um sie für die Zukunft wieder verwenden zu können. Hier wurden noch verschiedene Versuche angestellt. Der aus Italien gekommene französische Luftschiffer Poitevin schlug im Hinblick auf die vielen Schwierigkeiten des Operirens mit dem Gasballon den Gebrauch von Montgolfieren vor. Am 7. December wurde der Versuch mit einer solchen von 1200 cbm Volumen angestellt. Es ergab sich, dass sie nicht im Stande war, das Tau zur Fesselung mit hoch zu nehmen. Ferner wurden Schiessversuche nach Ballons aus Chassepot-Gewehren gemacht, welche ziemlich günstige Resultate für die Luftschiffer lieferten. Danach wurde das Luftschiffercorps militärisch organisirt. Folgende wurden zu Capitänen ernannt: Gaston Tissandier, Albert Tissandier, J. Revilliod, A. Bertaux, Poirrier, Nadal, J. Duruof und Mangin. Die Brüder Tissandier übernahmen die Ballons „Ville de Langres“ und „Jean Bart,“ Revilliod und Poirrier zwei andere von 2000 cbm Inhalt, Bertaux wurde Oberschatzmeister, Duruof und Mangin verblieben zur Ueberwachung von Reserve-Material in Bordeaux und Nadal hatte lediglich die Gas-Erzeugung unter sich.

Jeder Ballon war von 150 Mobilgarden begleitet. Die Luftschiffer erhielten eine der Marine ähnliche Uniform, die Tressen waren jedoch silbern und der Anker an der Mütze mit Flügeln versehen. Die Compagnie wurde sodann unter Commando eines Oberst gestellt, welcher nach Tissandier's Bericht sich sehr wenig um sie bekümmerte. Am 9. December fuhr die Compagnie nach Blois ab, mit einem Train von drei Wagen, um kurze Zeit darauf in Folge des Vorrückens der deutschen Armee wieder nach Tours zurückzukehren. Steenackers beorderte sie darauf nach Le Mans zur Armee des General Marivaux. Am 17. December wurde hier die Füllung mittelst des mitgebrachten Wasserstoffgaserzeugers in's Werk gesetzt, am 18. Mittags beendet. Die vordem nie versuchte Gasmaschine hatte sich als unzureichend herausgestellt. An diesem sowie am folgenden Tage wurden nun viele Auffahrten bis auf 300 m Höhe unternommen. Man versuchte auch Nachts mit elektrischem Licht vom Ballon aus das Terrain zu beleuchten. Die dazu aus Le Mans herangeschaffte Lichtmaschine erwies sich jedoch als

nicht kräftig genug. Am 20. December wohnte General Marivaux den Auffahrten bei. Es bot sich den Luftschiffern an diesem Tage der erhebende Anblick dar, die Armee des Generals Chanzy, welcher bald den Oberbefehl in Le Mans übernahm, heranrücken zu sehen. Die folgenden Tage waren so stürmisch, dass die „Ville de Langres" öfters Beschädigungen erlitt. In Folge dessen wurde sie auf Befehl Chanzy's am 29. December entleert. Zur Thätigkeit kamen die Aërostiers in Le Mans nicht mehr. Erst in Laval sollten auf Befehl Chanzy's wieder drei Ballons gefüllt und Recognoscirungen vorgenommen werden. Um 3 Uhr Nachmittags am 29. Januar war die „Ville de Langres" wieder fertig und fuhr verschiedene Male unter den günstigsten Verhältnissen auf. Der inzwischen zu Stande gekommene Waffenstillstand machte indess der weiteren Verwendung der Aërostaten gerade in diesem günstigsten Monat ein Ende. Der Ballon wurde entleert, und die Luftschiffer-Compagnie kehrte nach Bordeaux zurück. Die zu den übrigen französischen Armeen gesandten Luftschiffer gelangten nicht mehr zur Thätigkeit. Sie seien daher hier nur kurz mit angeführt: Gilles und Farcot wurden nach Lyon entsandt, Revilliod und Mangin nach Amiens zur Nordarmee, Revilliod kam später zur Armee Bourbaki's. Schliesslich wurde de Fonvielle kurz vor Waffenstillstand mit einem Ballon der Armee Faidherbe's attachirt.

Bald nach dem Kriege 1870/71 hielt es die französische Regierung für angemessen, die Aëronauten-Schule der ersten Republik zu Meudon wieder zu eröffnen. Man hatte während der Belagerung den Aërostaten seinem Werthe nach zu schätzen gelernt. Abgesehen von den Recognoscirungen und dem regelmässig unterhaltenem Postverkehr mit dem Lande, hatten doch Gambetta und andere hervorragende Männer auf diese Weise die Kapitale verlassen und letztere von aussenher durch ihre Intelligenz in nachhaltiger Weise unterstützen können. Die Begeisterung, welche das Wort dieses einstigen unternehmenden Advokaten bei seinen Landsleuten entflammte, zauberte Armeen hervor, die mit den kühnsten Plänen die Offensive ergriffen. Wie viele Verluste an Menschenleben, wie viele Beschwerden und Mühseligkeiten hat allein das Entkommen dieses einen Mannes aus Paris dem deutschen Heere zugefügt!? — Während der Belagerung hatten sich grosse Uebelstände bezüglich des Ballondienstes herausgestellt. Die nachlässige Behandlung, welche allen aëronautischen Bestrebungen von Seiten der Regierung vordem zu Theil geworden war, rächte sich in fühlbarer Weise. Von den sämmtlichen 64 Ballons, welche Paris verliessen, konnten zunächst nur 15 mit Be-

rufsluftschiffern besetzt werden. Ausserdem stellten sich Schwierigkeiten in Folge Mangels an besonders vorbereitetem geeigneten Ballon-Material ein. Ferner ging der Vorrath an Kohlen zur Gaserzeugung immer mehr auf die Neige; man stand bereits vor der Frage, wie man in Zukunft Montgolfieren am besten für den Postdienst einrichten könnte. Diese üblen Erfahrungen veranlassten Thiers, für künftige Fälle bessere Vorsorge zu treffen. Der Zweck der neu errichteten Schule zu Chalais-Meudon war ausser der Ausbildung von Personal auch die Verbesserung des Materials und das Studium aller die Aëronautik berührenden Fragen. Zum Director wurde zunächst der Genieoberst Laussedat ernannt, welcher sich früher bereits theoretisch und praktisch mit der Luftschifffahrt beschäftigt hatte. Ihm standen zur Seite die Genie-Hauptleute Delambre und Rénard, der erstere wurde bald durch den Infanterie-Capitän de la Haye, den Erfinder eines Eggenankers ersetzt. Ueber die erste Beschäftigung der Militär-Aëronauten schreibt der Figaro[1]: „Die Thätigkeit des Etablissements bestand ausser in einigen seltenen freien Luftfahrten in der Correspondenz mit den Erfindern. Der zu aëronautischen Versuchen angewiesene Betrag war nahezu null. — Die Commission für Luftschifffahrt reichte daher bald beim Kriegsministerium ein Project der militärischen Luftschifffahrt ein, welches die Anfertigung von freien Ballons für die festen Plätze und von gefesselten Ballons für die Feldarmee verlangte; sie forderte zu gleicher Zeit, dass ihnen ein grosses militärisches Terrain zur Anstellung von Versuchen zur Verfügung gestellt würde. Dieses Project wurde in den Archiven des Kriegsministeriums begraben. Nach wiederholten Ansuchen bei General Berthaut gelang es endlich, diesen für die Sache zu interessiren; er liess Oberst Laussedat kommen und überzeugte sich in einer langen Unterredung mit diesem tüchtigen Officier, dass auch die Lenkung der Ballons ganz gut möglich sei. Auf seinem Befehl wurde der Park von Chalais der Commission für Luftschifffahrt zur Verfügung gestellt und ihr die nöthigen Summen zum Beginn der Versuche angewiesen. So entstand, wie durch Zauberschlag die Schule für Luftschifffahrt zur Ausbildung von Officieren und Mannschaften der Marine und des Geniecorps in Meudon. In weniger als drei Monaten waren in dem Park von Chalais (Meudon) Werkstätten errichtet; in diesen wurden die Stoffe genäht, die Netze hergestellt, die nöthigen gasdichten Firnisse verfertigt, neue Apparate zur Gewinnung von Wasserstoffgas construirt, genaue Studien über jeden

1) Augsburger Allgem. Zeitung. 17. Oct. 1884.

Theil des Ballons angestellt, die Apparate zum Auf- und Niedersteigen und zum Landen vervollkommt, leichte Motoren construirt und probirt, ein kleines Modell eines länglichen Ballons gemacht, endlich ein vollständiges chemisches und physikalisches Laboratorium, sowie eine meteorologische Station eingerichtet. Nach diesen Vorarbeiten wurde unter dem Vorsitze des Obersten Laussedat das erste Project eines lenkbaren Luftschiffes mit allen Plänen und Entwürfen ausgearbeitet und eingereicht; diesem Project war eine entsprechende Creditforderung beigefügt. Unglücklicherweise war General Berthaut aus dem Ministerium geschieden, sein Nachfolger aber über die Sache nicht informirt. Die Creditforderung wurde in Folge dessen einfach abgelehnt, die Thätigkeit der Station damit lahmgelegt. Zu Anfang des Jahres 1878 gelang es, Gambetta für die Sache zu interessiren. In Folge einer Unterredung mit den Hauptleuten Renard und de la Haye versprach er, eine Summe von 200,000 Francs, für diesen Zweck im Budget durchzusetzen. Als nun das Budget des Kriegsministeriums von den Kammern bewilligt war, einschliesslich der erwähnten 200,000 Francs für Luftschifffahrt, stellten die Hauptleute Renard und de la Haye das Ansuchen sofort mit der Herstellung des lenkbaren Ballons beginnen zu dürfen. Dies wurde ihnen abgeschlagen und der bewilligte Credit für anderweitige Verwendung reservirt. Erst auf ein erneutes energisches Eintreten Gambetta's wurde die Commission für Luftschifffahrt ermächtigt, ihre Arbeit fortzusetzen, und ihr die ganze Summe von 200,000 Francs zugewiesen." Hauptmann de la Haye schied bald darauf aus dem Etablissement aus und wurde durch den Hauptmann Krebs ersetzt. Der Bau des lenkbaren Ballons erlitt neuen Aufschub durch den kriegsministeriellen Erlass, dass die Ballon-captifs für den Feldgebrauch geeignet zu machen seien. Zwei Jahre lang wurde hieran gearbeitet. Im Manöver 1880 wurde der erste Ballon-Feldtrain beim 4. Corps probirt und für brauchbar befunden. Demnächst begannen neben der Herstellung von acht solchen Ballonparks für die ersten acht Corps, wiederum Constructionen von Modellen lenkbarer Aërostaten. Im Jahre 1882 konnten zwei solche, einer von 11 m, ein anderer von 16 m Länge probirt werden. Die Versuche glückten und man schritt demnach mit Zuversicht zur Ausführung im Grossen. Ueber den Erfolg der Arbeit hat der geehrte Leser im vorigen Kapitel schon Ausführliches erfahren. Wir beschränken uns daher darauf, an dieser Stelle nur noch das Wissenswerthe über die französischen Ballon captifs mitzutheilen.

Jedes Armeecorps besitzt einen Ballontrain, der aus fünf Fahrzeugen besteht und zwar aus:

Einem Transportwagen für die Ballonhülle, Netz, Gondel nebst sämmtlichen Zubehör.

Einem Transportwagen für Materialien zur Gaserzeugung.

Zwei Gas-Erzeugern.

Einem Verankerungswagen mit Dampfmaschine und Kabel.

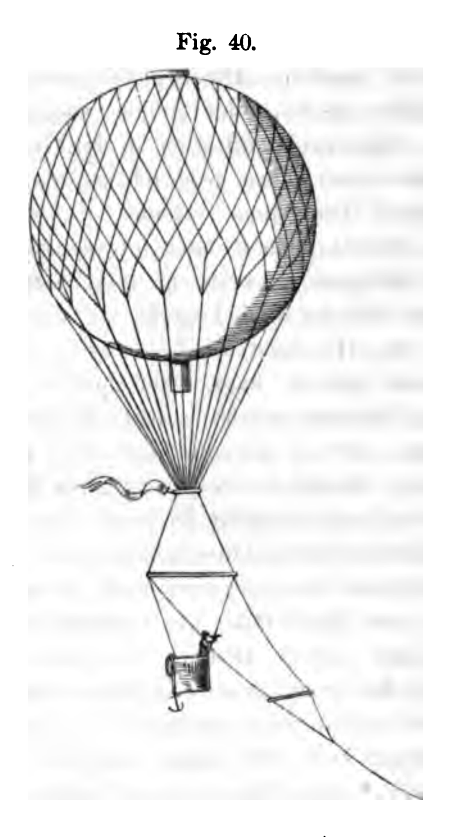
Bei der Expedition in Tongkin im Jahre 1884/85 haben die Aërostiers ihre Feuertaufe erhalten. Alle Berichte sprechen übereinstimmend sich dahin aus, dass sie dort der Armee wesentlich genutzt haben. Man scheint dabei aber eine Modification in der Organisation der Ballon-Equipage vorgenommen zu haben, wodurch sie den localen Verhältnissen sich besser anpasste. Wenigstens verlautet, dass der Ballon von Mannschaften gehalten, und dass ein zweiter nur als Gas-Reservoir, um den ersteren in seiner Füllung zu ergänzen, mitgeführt wurde.[1])

Die Meudoner Ballons sind kugelförmig und aus Ponghée Seide, die nach Angabe von Hureau de Villeneuve von besonderen Arbeitern aus Meudon fabricirt wird. Gewöhnlich wird sie doppelt genommen. Einfach, fünfmal gefirnisst, hält sie aber auch vollkommen dicht und wiegt ca. 220 gr pro Quadratmeter. Die Herstellung eines guten Firnisses hat unendliche Schwierigkeiten bereitet. Auf Grund eines Receptes von Conté machten 1875 die Capitäne Delambre und Renard unter Hinzuziehung eines geschickten Firniss-Farbrikanten, Arnould von St. Quen-l'Aumône, eingehende Versuche mit einer Composition von Leinöl und Kautschuk. Die Versuche fielen im Laboratorium ganz befriedigend aus. Beim Anstrich von Ballons wurde indess die Erfahrung gemacht, dass er auf grossen Flächen nicht dieselbe gewünschte Dichtigkeit bot und zudem nicht genügend trocknete. Man verbesserte ihn nach einigen neuen Versuchen dahin, dass er in 24 Stunden trocknete und, mit einer geschmeidigen Schicht eines anderen Lacks überstrichen, auch nicht mehr klebrig blieb. Um seine Güte bezüglich der Dichthaltung des Stoffes zu untersuchen, wurde ein besonderer 540 cbm Wasserstoff fassender Ballon angefertigt; dieser hatte nach der Füllung eine Steigkraft von 405 kg, nach acht Tagen noch eine von 345 kg. Die Ballons sind mit ganz besonderen Ventilen versehen. Das Appendix-Ventil öffnet sich automatisch bei einem Ueberdruck von 4 mm Wasser und macht somit ein Platzen des Ballons durch die innere Ausdehnung

1) L'Aéronaute juin 1885, pag. 115.

des Gases unmöglich. Der Ballon ist von einem Netz umgeben, d Maschen im unteren Theile nicht verknotet sondern leicht beweglich damit der auf den Ballon bei etwaigem Pendeln desselben ausg Druck sich stets gleichmässig vertheilt. Die Gondel selbst schwe der Mitte eines Trapezes, an dessen unterem Theile das Haltekabe festigt ist (Fig. 40). Man hat alles Mögliche gethan, um Schwanku

Fig. 40.



und Drehungen derselben vollständig aufzuheben. Durch das 500 m lange Kabel geht ein Draht zur Telephon-Verbindung. Der I ist ferner mit einem von Capitän de la Haye erfundenem Eggen ausgerüstet. Ein solcher hat die Form eines spitzen Winkels, w auf jedem Schenkel fünf Zähne mit breiten Schaufeln hat und in s Scheitelpunkt an dem Ankertau befestigt ist.

Schliesslich wurde für freie Fahrten das Schlepptau durch von Hauptmann Krebs erfundene Vorrichtung ersetzt. Sie beste

inem doppelt gelegten Ankertau, das sich zu einem einfachen auseinanderziehen lässt. Das wird auf höchst einfache sinnreiche Art in der Weise erreicht, dass das Ende des sehr langen Taues mit einem Gummireiber hinter der Schlaufe der Ankeregge befestigt ist.[1]) Der Halbirungspunkt desselben muss demnach gerade um den Ballonring herumliegen. Ist das doppelte Tau gespannt so verlängert es sich zu dem einfachen, indem der Reiber langsam nach dem Ringe zuläuft. Die Bewegung kann dabei durch eine in der Gondel angebrachte Bremse beliebig verlangsamt oder selbst arretirt werden. Die wichtigste Verbesserung der Kriegs-Aëronautik liegt aber in dem sehr sekret gehaltenen Wasserstoffgas-Erzeuger, einer Erfindung von Charles Renard.[2]) Es ist ein ganz automatisch immerfort arbeitender Apparat, der in der Stunde je nach Bedarf 100—250 cbm Wasserstoff entwickeln soll. Der Gaserzeuger hat das Aussehen eines fahrenden Ofens mit einer Reihe metallener Cylinder. Das in diesen Cylindern erzeugte Gas wird zunächst in einen Wasserkühler, dann zur Reinigung durch eine Baumwollenschicht geleitet[3]) und geht schliesslich durch einen Gummischlauch in den Ballon. Ausser der Verbesserung der Captif-Ballons behält man auch die der freien Ballons im Auge und sucht letztere ganz besonders für recht lange Fahrten fähig zu machen.[4]) Mit einem Ballon von 2140 cbm hat man es bereits fertig gebracht, sich 19 Stunden lang in der Luft zu halten. Ebenso ist die Schnellphotographie mit in den Dienst der Aërostiers eingetreten. Im Allgemeinen hat Frankreich in der Aëronautik zur Zeit alle übrigen Nationen bei Weitem überholt.

---

1) L'Aéronaute 1883.
2) Ibid. 1877, S. 306.
3) La France militaire. Juni 1883.
4) L'Aéronaute 1881, S. 93.

Kapitel X.

Amerikanische Militär-Aëronautik.

Eine umfangreiche Verwendung fand der Recognoscirungsballon im Amerikanischen Secessionskriege auf Seite der Unions-Armee. General Mac Clellan war es, welcher sich im Jahre 1861 zunächst der Aëronauten La Mountain und Allan bediente; später trat noch der Professor Lowe dazu. La Mountain war der erste, welcher der Unirten Armee die Nützlichkeit dieser neuen Einrichtung bewies. Im September 1861 stieg er im Lager am Potomac auf und schnitt in der Höhe, da er günstige Windströmungen erkannte, das Haltetau los. Der Ballon ging über Washington nach den feindlichen Stellungen hin. Nachdem er von diesen möglichst viel ausgekundschaftet hatte, erstrebte er durch Ballast-Auswerfen die entgegengesetzte Luftströmung, welche ihm gestattete vollkommen sicher in Maryland wieder zu landen. Die Ballons stiegen im Lager sehr häufig auf und wurden durch Allan bald mit Telegraphen-Apparaten versehen, welche beim Versuch direkt mit der Hauptstadt in Verbindung gesetzt wurden. Die erste Depesche welche von Professor Lowe der Regierung auf diesem Wege zugesandt wurde, verdient, da sie überhaupt die erste telegraphisch vom Ballon entsandte Mittheilung ist, hier im Wortlaut wiedergegeben zu werden [1]:

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Nach Frhrn. v. Hagen, Ge[illegible]r militär. Luftschifffahrt.

Washington, Ballon „Entreprise".

„Sir, mein Observationspunkt gewährt mir eine Aussicht von fast ünfzig Meilen Durchmesser, die Stadt mit ihrer Umgebung von Feldagern bietet einen herrlichen Anblick dar. Es gewährt mir eine grosse Freude, diese Depesche an Sie abzusenden, die erste, welche von einer Luftstation aus abtelegraphirt worden ist und Ihnen meinen Dank auszudrücken dafür, dass Sie mich ermuthigt und mir Gelegenheit gegeben haben, die Dienste klar zu legen, welche die aëronautische Wissenschaft dem Heere hier zu Lande leisten kann."

Infolge des guten Ausfalls der Versuche wurde Allan zur Belohnung als Ingenieur-Aëronaut angestellt.

Nach der späteren Organisation bestand das mit Mac Clellan nach Virginien gegangene Luftschiffercorps aus einem Chef-Aëronauten, Herrn Lowe, der im Range zwischen einem Capitän und Brigadier stand und auch das hohe Gehalt des letzteren empfing, dann aus einen Capitän, welcher die Schule von West-Point (amerikanische Kadetten-Anstalt) durchgemacht hatte, zu seiner Unterstützung und zudem noch aus 50 Mann, von denen jedoch nur zwei im Umgange mit Ballons geschult waren. Die Equipage umfasste:

Zwei Gaserzeuger, jeder von vier Pferden gezogen.

Zwei Material-Wagen mit allem Zubehör, gleichfalls je mit vier Pferden bespannt.

Ein Säure-Wagen mit zwei Pferden.

Die Zahl der mitgeführten Ballons betrug drei.[1]) Sobald das Wetter es nur einigermassen zuliess, wurde auch eine Auffahrt gemacht.[2])

Man hatte zwei Ballongrössen, einen von ca. 500 m und einen doppelt so grossen in Gebrauch. Der grössere wurde von den Amerikanern stets vorgezogen, weil der Auftrieb des kleinen sich als nicht genügend erwiess. Sie waren aus bester Seide verfertigt, doppelt genäht und sehr sorgfältig gefirnisst. Am oberen Theil, wo sich das Ventil befand, lag der Stoff 3—4 fach. Der Firniss war Geheimniss des Professor Lowe. Die Ballons sollen das Gas 14 Tage lang ohne bedeutende Verminderung des Auftriebs gehalten haben, und alsdann bedurfte es sich nur einer geringen Nachfüllung. Sie waren mit einem Netz bedeckt, welches wie gewöhnlich in mehrere an einem Ringe befestigte

1) Fletcher, History of the American war, I. S. 426.

2) Astra Castra. Oberst Beaumont. „On Balloon Reconnaissances as practised by the American Army", pag. 291.

Auslaufleinen endigte. Der Ring hing in der Höhe der Appendix-Oeffnung. Die Gondel muss sehr dicht unter diesem gehangen haben, denn Oberst Beaumont berichtet, dass man den Ring in Brusthöhe gehabt habe, wenn man in der Gondel stand. Die Ventilleine ging durch den Appendix durch und wurde lose am Ring befestigt. Ausserdem sassen an letzterem noch die drei Haltetaue, deren jedes eine Länge von 300 m hatte. Diese sollten ein immerwährendes Senkrechthängen der Gondel vermitteln.

Der sehr sorgfältig verpackte Ballon wurde vor der Füllung auf einem Teppich ausgebreitet, so dass das Fülloch gleich dem letzten Reiniger zugekehrt war. Alsdann wurde er durch Lederschläuche mit dem Gaserzeuger verbunden. Die Gaserzeuger waren zwei einfache grosse Holzkasten, die hinreichend stark waren, um einem gewissen inneren Druck Widerstand zu leisten, und ferner im Innern durch Bleibelag gegen die Wirkung der Säure geschützt waren. Sie waren zweckentsprechend mit Ventilen und Deckeln versehen. Das Wasserstoffgas wurde aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure hergestellt. Das Eisen wurde stets requirirt, man nahm dazu Wagenbeschläge, Sprengstücke u. s. w., die Säure führte man bei sich. Das Gas wurde durch zwei Reinigungs-Apparate geführt, ehe es in den Ballon kam. Die Füllung des Ballons war gewöhnlich in drei Stunden beendet.

Bei Anwendung mehrerer Gaserzeuger und entsprechender Abänderung der Gas-Reinigung konnte die Füllung noch mehr beschleunigt werden. Der Ballon blieb auch bei Bewegungen der Armee gefüllt. 20—30 Mann hielten ihn an den drei am Ringe befestigten Tauen. Sobald ihnen auf ihrem Wege ein Hinderniss begegnete, liessen sie ihn etwas höher steigen. Beaumont hat ihn auf diese Art häufig ohne Schwierigkeiten transportiren sehen.

Professor Lowe stieg stets selbst mit einem Officier auf, und der Capitän dirigirte unten die Bewegung der Haltetaue. Eines der Taue, wahrscheinlich das dem Winde entgegenstehende, wurde gewöhnlich an einem sicheren festen Objecte mittelst einer Schlinge befestigt.

Eine rege Thätigkeit entwickelten die Aëronauten bei der Belagerung von Yorktown. Ueber den Nutzen derselben bei dieser Belagerung ist viel gestritten worden. Fletcher[1]) sagt darüber:

„Wenn klares Wetter war stieg gewöhnlich einer der Ballons in der Nähe von General Heintzelman's Hauptquartier auf und forderte

1) History of the American w[illegible] 1865. S. 428.

das Feuer der feindlichen Batterie heraus. Die Resultate dieser Ballon-Recognoscirungen waren geringe; es war wenig zu sehen, obgleich viel geschaffen war, die Bäume verbargen vollständig Zahl und Stellung der feindlichen Truppen, und man konnte sich keine Vorstellung von der Natur oder der Gestalt der von so grosser Höhe aus gesehenen Werke machen. Der föderirte General Fitz John Porter entkam mit Noth der Gefangenschaft, als er sich im Ballon befand. Das Haltetau riss und der General wurde in das feindliche Bereich hineingetrieben. Er hatte jedoch einige Kenntnisse vom Ballonwesen; er behielt seine Geistesgegenwart, öffnete das Ventil und liess sich herab.“

Danach wäre also zu folgern, dass die Terrainbedeckung das hervorragendste Hinderniss einer mehr erfolgreichen Recognoscirung vom Ballon aus gewesen sei. In der That ist ja letzere für Waldgebiete vollständig unbrauchbar. Von allen Gegnern der militärischen Aëronautik wird die nicht bemerkte geschickte Räumung Yorktown's und der stille Abzug des conföderirten Generals Jackson stets als ein gewichtiges Argument gegen Recognoscirungs-Ballons angeführt. Diese ziehen jedoch gewöhnlich nie die näheren Verhältnisse in den Kreis ihrer Betrachtung, vergessen also die Frage, warum die Ereignisse sich so gestaltet haben, zu beantworten. Wenn wir bei Allem, was nicht gleich geglückt ist, sofort in den Ruf eingestimmt hätten, „das ist unbrauchbar“, wären wir bald auf den Gang des Krebses gekommen. Bequemer freilich ist es, sich damit abzufinden, als über Verbesserungen, welche derartige ungünstige Zufälle vermeiden lassen, nachzudenken.

Kurz vor der Räumung Yorktown's am 3. Mai 1862 wurde das Artilleriefeuer dieser Festung besonders lebhaft und weittragend. Die Föderirten, welche Nichts von der versteckten Absicht des Generals Jackson ahnten, waren in Folge dessen mit ihren Beobachtern sehr gefährdet, denn diese waren es vornehmlich, auf welche sich die Geschütze der Festung richteten. Der Graf von Paris sagt darüber[1]):

„Die Genauigkeit der feindlichen Schüsse bewirkte, dass man alle Signalposten, die man auf hohen Baumgipfeln errichtet hatte, aufgeben musste. Selbst der Ballon wurde von einem Hagel von allerdings harmlosen Geschossen begrüsst, sobald er aufstieg, um seine gewöhnliche Recognoscirung vorzunehmen. Alles dies bezweckte die Maskirung der rückgängigen Bewegung und glückte vollständig.“

---

1) Feldzug der Potomac-Armee vom März bis Juli 1862.

Es gewinnt doch hiernach den Anschein, als ob der Ballon nur versucht habe, hoch zu kommen, durch das heftige feindliche Feuer indess davon abgehalten worden sei. Erst, als dieses schwieg, am Morgen des 4. Mai stieg man wieder auf und sah nun zum grossen Erstaunen General Jackson schon einige Meilen entfernt auf der Marschstrasse mit seinen Colonnen abziehen; die überall noch brennenden Wachtfeuer zeigten dagegen an, dass die Arrièregarde sich noch in nächster Nähe befinden musste.[1])

Die Ballons kamen nach Verfolgung der conföderirten Armeen mit vor Richmond, um hier vielfach einen besseren Erfolg zu erzielen. Sie stiegen gleichfalls fast täglich auf[2]) und störten häufig die sonst übliche Ruhe in beiden Lagern, indem die Conföderirten zeitweise mit Geschützen nach ihnen schossen. Man versuchte auch mittelst photographischer Apparate das wenig bekannte Terrain vom Ballon aus aufzunehmen. Es sollen auch danach Karten gefertigt sein, welche sich bis nach Manchester im Westen und Chikahominy im Osten erstreckten. Diese wurden zur Erleichterung des Orientirens im Terrain in 64 Quadrate eingetheilt, welche in der bekannten Weise mit Buchstaben gekennzeichnet wurden. Eine besonders erfolgreiche Recognoscirung soll am 1. Juni stattgefunden haben. Der Ballon erhob sich um Mittag bis auf 300 m und setzte sich mit dem Hauptquartier in telegraphische Verbindung. Eine Stunde lang wurden die Bewegungen des Feindes mit Genauigkeit signalisirt, dann erhielt etwas später Mac Clellan plötzlich die Nachricht von einem Offensiv-Vorstoss des Feindes.[3]) Er ertheilte daraufhin General Heintzelman den Befehl, vorzurücken, und dem General Summer, der schon jenseits des Chikahoma war, sogleich über diesen kleinen Strom zurückzumarschiren. So konnte er zur rechten Zeit die beiden Divisionen in zwei Stunden vereinigt dem Feinde entgegenstellen und das Schlachtfeld behaupten. Ueberall nämlich, wo die Conföderirten angriffen, wurden sie mit bedeutenden Verlusten zurückgewiesen und an ihren schwächsten Punkten wurden sie selbst mit überlegenen Kräften angegriffen. In der Erkenntniss des wahren Uebels richteten sie eine Kanone von bedeutender Schussweite gegen den Ballon. Die Geschosse krepirten so nahe bei demselben, dass ihr Bemühen allerdings insofern seinen Zweck erreichte, als Professor Lowe es vorzog, den Ballon

---

1) Fletcher, History of the American war, S. 434.
2) Memoires of the Confederate war von Borke.
3) Darmstädter Militär-Zeitung, Jahrg. 1863, S. 236.

erunterziehen zu lassen und an einem anderen Punkte wieder aufzusteigen. Dies war in kurzer Zeit geschehen und der Telegraph konnte dem Stabe bald melden, dass aus einer anderen Richtung grosse feindliche Truppenmassen zum Angriff anrückten. Sofort wurden die nöthigen Streitkräfte in dieser Richtung concentrirt und der Feind so vorbereitet empfangen, dass er nach vergeblichem Ansturm mit vielen Verlusten umkehren musste. Auch während der Gefechte bei Fair Oaks, Seven Pines vom 26. Juni bis 2. Juli war das Aëronautencorps vortheilhaft thätig. Am ersten Schlachttage erlaubte der starke Wind allerdings keine Ballon-Recognoscirung, daher kam es, dass Mac Clellan erst durch den Kanonendonner auf den Anfang der Kämpfe in seinem Hauptquartier aufmerksam wurde.[1]) Für die Folge trug die Luftschiffer-Abtheilung aber nicht unwesentlich dazu bei, über die Situation der Dinge Aufklärung zu verschaffen. Graf von Paris berichtet darüber: „Durch die Heftigkeit des Angriffs und durch den Rapport der Aëronauten, welche die ganze conföderirte Armee nach dem Kampfplatz zurücken sahen, war man schnell aus der Ungewissheit gezogen worden.“

Bei dem in Folge dieser Kämpfe eintretenden Rückzug Mac Clellan's auf den James Fluss ging ausser einem grossen Theil der Bagage auch der Ballontrain verloren und man hat in späterer Zeit nie mehr etwas von einer Neuorganisation gehört.

Indessen wird uns noch von einer anderen Luftschiffer-Abtheilung berichtet, welche sich bei Beschiessung der Forts der Missisippi-Insel No. 10 bei Kairo dadurch nützlich erwies, dass sie das Schiessen der Artillerie corrigirte und folglich zur schnelleren Zerstörung der feindlichen Widerstandskraft beitrug. Die Times schreiben darüber am 14. April 1862: — „Am 27. März machte Professor Steiner mit Oberst Buford und Capitän Maynardier eine Ballon-Recognoscirung, bei welcher sie feststellten, dass die Kugeln zu genau getroffen hatten, um eine genügende Wirkung gegen die conföderirten Batterien zu erzielen. Diesem Fehler der Mörser-Praxis wurde in der Folge abgeholfen.“

Dieser Ballon war auf einem flachbodigem Boote befestigt mittelst eines einzigen Taues. Er erreichte eine Höhe von ca. 200 m. Mit den durch ihn erreichten Resultaten soll man sehr zufrieden gewesen sein.[2]) Wie im vorigen Kapitel erwähnt, haben neuerdings die Vereinigten

1) Frhr. v. Hagen, Geschichte der militär. Aëronautik.

2) Lieut. Grover, R. E. „On the use of balloons in military operations.“ ...stra Castra, pag. 285.

Staaten die Ausbildung der Aëronautik von Staatswegen in's Auge gefasst und den General Russel Thayer mit dem Bau eines lenkbaren Luftschiffes beauftragt (s. Fig. 37) von welchem aus sie Dynamitgeschosse auf den Feind zu werfen gedenken.

Der Luftballon hat ferner in Süd-Amerika während des Krieges der Triple-Allianz gegen Paraguay 1866/67 seine guten Dienste geleistet. Die Paraguays hatten bei Tuyuti, Tuyucué und Humaitá eine Position eingenommen, die durch Natur und Kunst zu einer beinah uneinnehmbaren geschaffen war. Die anfangs nur provisorischen Werke hatten mit der Zeit den Charakter einer permanenten Festung angenommen. Die Lage der unirten Armee unter Marschall Caxias wurde mit jedem Tage längeren Wartens bedenklicher, denn die Paraguays waren unter der grausamen Führung ihres Präsidenten Lopez unermüdlich thätig, neue Linien aufzuwerfen und die Fortschritte der Verbündeten zu Nichte zu machen. Es war Nichts anderes möglich, als diese Befestigungen der Reihe nach im Sturm zu nehmen, wenn man nicht einen Weg durch die dieselben umgebenden Nembucú-Sümpfe nach dem nördlich gelegenen Kernwerk Humaitá fand. In diesem wilden, sumpfigen Lande führten Recognoscirungen der Cavallerie zu gar keinem Resultat. Marschall Caxias sah sich daher gezwungen, den Luftballon zum Recognosciren anzuwenden. Ueber die damit angestellten Versuche schreibt Schneider Folgendes[1]):

„Den ersten Versuch machte er (Caxias) mit einem Franzosen, welcher 15,000 Dollars für seinen Ballon erhielt, aber gleich bei seiner ersten Ascension verunglückte. Der Ballon fing Feuer und verbrannte. Correspondenzen aus dem Lager wollten wissen, der Franzose sei ein Verräther gewesen der Brandstoffe mitgenommen, um mit ihnen aus der Höhe herab die Brasilianischen Magazine anzuzünden und dann mit dem Ballon nach Paraguay hinein zu entfliehen. Weitere Nachrichten haben sich nicht ermitteln lassen. Nun wurden zwei Ballons aus Rio verschrieben und einem Nord-Amerikaner die Manipulationen derselben übergeben. Die erste Ascension fand anfangs Juni statt und wurden Soldaten commandirt, die den Ballon an 600 Fuss (ca. 200 m) langen Leinen festhielten. Die Soldaten waren instruirt, ihn nur innerhalb der Retranchements von einem Ende desselben bis zum anderen zu leiten. Der Aëronaut und ein ihm beigegebener Generalstabs-Officier dirigirten

---

1) Schneider, Krieg der Triple-Allianz gegen die Republik Paraguay Bd. II, S. 102.

urch Flaggensignale von oben herab die Bewegung der leitenden Mannchaften, so dass der Ballon immer ausser Schussbereich der Paraguays blieb, welche lebhaft auf denselben schossen, aber nie trafen. Später gaben sie das Schiessen nach dem Ballon selbst auf und schossen nur nach der Stelle, von wo aus die Leinen geführt wurden. Hier fanden denn auch Verwundungen statt; es wurden aber so viele Mannschaften in Reserve gehalten, dass durch die Verwundung einzelner Leute die Leitung des Ballons nicht verloren ging. Da diese Beschiessung den Ballon nicht abwehrte, so machten die Paraguays, wenn er aufstieg, einen dichten Rauch vor ihren Retranchements, indem sie das Gras abbrannten, was aber auch nicht verhinderte, dass die Zahl ihrer Geschütze — 106 Kanonen und 3 Mörser — gezählt und das innere Terrain bis zum Passo Pocu (ca. 7 km) übersehen werden konnte. Jedenfalls scheint die Ascension doch nicht hoch genug gewesen zu sein, um gerade den Theil der Gegend zu recognosciren, auf den es eigentlich ankam. Als der Ballon zum ersten Male erschien, rief er bei den Paraguays grosse Befürchtungen hervor, namentlich als ihn eine Zeitlang eine Wolke ihren Blicken entzog, so dass sie glaubten, er könne sich nach Belieben unsichtbar machen. Bald gewöhnten sie sich aber daran und besonders, als sie sich überzeugten, dass er von oben herab ihre Linien nicht bombardiren konnte."

Schneider fügt dann folgende nicht günstig klingende Bemerkung hinzu:

„Wirklichen und entscheidenden Nutzen für die Kriegsführung hat die Anwendung der Luftballons auch im diesem Kriege nicht gehabt und im weiteren Verlaufe desselben wurde er daher nicht wieder angewendet."

Bei Berücksichtigung des Umstandes, dass der Ballon bei den späteren Belagerungen nicht mehr aufgestiegen ist, scheint diese Folgerung allerdings etwas Wahrscheinlichkeit zu haben. Es ist jedoch eben so leicht ein Irrthum möglich, da ja doch die genauere Lage der Verhältnisse nicht bekannt ist. Darüber könnte allein der brasilianische Generalstab Auskunft geben. Bemerkenswerth ist es aber, dass ein Hauptzweck, der Marsch durch die weit ausgedehnten Nembucú-Sümpfe bis Nordöstlich Humaitá an den Rio Hondo mit Hilfe der Ballons gelang. Nach der Regenzeit liess Caxias fortwährend die Ballons nach Fuhrten und Wegen Ausschau halten. „Wiederholte Ballon-Recognoscirungen stellten endlich vom 12. Juli an fest, dass sich in den Nembucú-Sümpfen das Wasser verlaufen und weite trockene Felder zum Vorschein gekommen

waren; so dass nun vom 13. bis 23. Alles für den endlichen Vormarsch vorbereitet werden konnte.“ [1])

Hier widerspricht sich doch Schneider in seiner Behauptung selbst. von Fischer-Treuenfels, welcher auf Seite der Paraguays den Krieg persönlich mitmachte, ist auch der Ansicht, dass diese Thatsache, sowie die plötzliche Regsamkeit im Lager des Caxias nach der Recognoscirung im Juli, zu der Annahme der Nutzlosigkeit der Aërostaten im Widerspruch stände. [2])

Nach Freiherrn v. Hagen (Geschichte der militärischen Aëronautik) haben sich beim Transport des gefüllten Ballons, sowie des schwerfälligen Gaserzeugers, durch die Sümpfe grosse Schwierigkeiten gezeigt. Die Ballons erwiesen sich öfter als nicht dicht genug, waren daher stets vom Gaserzeuger abhängig. Letzterer wäre auch beinahe in die Gewalt des Feindes gefallen auf einem Marsche nach Tuyucuó, da die durch das Ballon-Material entstehenden Frictionen sich immer wiederholten, soll schliesslich General Caxias von seiner weiteren Verwendung Abstand genommen haben. Dieser Bericht erscheint sehr glaubwürdig und dürfte auch wieder daran erinnern, dass in der Militär-Aëronautik nur eine wohldurchdachte Vorbereitung im Frieden die Resultate wird liefern können, welche man im Kriege von ihr erwartet.

1) Schneider, Der Krieg der Triple-Allianz gegen die Republik Paraguay.
2) v. Fischer-Treuenfeld, Kriegs-Telegraphie. S. 175.

Kapitel XI.

Englische Militär-Aëronautik.

England fing erst zur Zeit des Krimkrieges an, dem Ballonwesen Beachtung zu schenken. Das Kriegsministerium erhielt damals zwei Vorschläge[1]) von Civilingenieur Shepherd und Dr. Collings, von denen des letzteren Vorschlag durch den Gouverneur von Malta, Sir William Reid besonders befürwortet wurde. Indess unterliess man es doch, sich ernster mit der Sache zu beschäftigen, bis der amerikanische Bürgerkrieg hierzu wieder eine besondere Anregung bot. Mit dem Aëronauten Coxwell, welcher sich schon früher angeboten hatte, wurde im Juli 1862 ein Vertrag abgeschlossen, nach welchem dieser einen seiner Ballons zu militärischen Versuchen hergeben musste. Diese Versuche fanden am 14. Juli zu Aldershot vor einem Militärcomité statt. Man wollte feststellen, ob aus dem Ballon gut zu beobachten sei und wie weit man namentlich grössere Truppenkörper sehen könne. Um nun einen sich der Wirklichkeit möglichst anlehnenden Massstab der Beurtheilung zu erhalten, erging an die Horse Guard an dem Tage der Befehl, nach verschiedenen Richtungen hin Uebungsmärsche zu unternehmen. Der Ballon wurde an drei Tauen, von denen das eine am Gondelboden befestigt war gehalten, und in gefülltem Zustande ohne Schwierigkeiten bis auf den Thorn-Hügel gebracht. Es wurden 8—10 Auffahrten von 600—2200′ (200—700 m) Höhe gemacht und hierbei constatirt, dass man sehr gut beobachten könne. Bei 600′ sah man

1) Astra Castra. Capt. Turnor, pag. 285.

ungefähr 2 Meilen weit, bei 2200' jedoch bis auf 10 Meilen. Der Bericht über diesen gelungenen Versuch hatte keine weiteren Organisationen im Gefolgen. Das Kriegsdepartement beschränkte sich darauf, eingehende Projecte zu prüfen, ohne selbst zur Verwirklichung solcher Hand anzulegen. Im Juli 1874 bot ein gewisser C. A. Bowdler[1]) einen angeblich lenkbaren Ballon an, derselbe bestand aus dem ganz gewöhnlichen Kugelballon, hatte nur in der Gondel je eine Horizontal- und eine Vertical-Propellerschraube, die durch Handbetrieb in Bewegung gesetzt werden sollten. Der Versuch, welcher zu Woolwich in sehr feierlicher Weise stattfand, verlief vollkommen resultatlos. Das Interesse gestaltete sich zu einem regeren, als die Nützlichkeit von Ballons im Deutsch-Französischen Kriege hervorgetreten war. Im Jahre 1871 wurde eine aus Officieren und Technikern zusammengesetzte Commission gebildet, der zu Versuchen, betreffend die Militär-Aëronautik, ausreichende Mittel zur Verfügung gestellt wurden. Im Arsenal zu Woolwich wurde eine Werkstatt eingerichtet, woselbst die Anfertigung des Ballon-Materials unter Aufsicht der Commission von statten gehen konnte. Dieselbe bestand aus Ingenieur Oberst Noble, Herrn F. Abel, Ingenieur Hauptmann Lee und Elsdale, sowie dem in der Aëronautik sehr bewanderten Infanterie Hauptmann Templer. Im Jahre 1879 waren die Arbeiten so weit gefördert und alle Versuche so gut abgelaufen, dass das Kriegsdepartement beschloss, die Ballons bei der Armee einzuführen. Das englische Luftschiffercorps war anfangs wenig zahlreich, ausser den oben erwähnten Officieren setzte es sich aus ca. 16 Unterofficieren und Soldaten zusammen. Der fertigen Ballons[2]) gab es zur Zeit vier und zwar:

Saladin	mit einem Inhalt von	38,000 Cubikfuss.
Talisman	„ „ „ „	19,000 „
Saracen	„ „ „ „	15,000 „
Vedette	„ „ „ „	14,000 „

Sie waren aus einem besonders gewebten feinem Caliko gefertigt, von dem der Yard nur 1 Schilling kostete, während sich bei Seide der Preis auf 16 Schilling belaufen hätte; dieser Battist hatte zudem noch den Vortheil, dass er breiter lag. Die oben citirten Ballons waren solche für Leuchtgasfüllung, mit dem man die Versuche begann. Hauptmann Templer erfand ferner einen leichten Gaserzeugungsofen. Zur Er-

1) Major Buchholtz, der gegenwärtige Zustand der militär. Aëronautik.
Frhr. v. Hagen, Geschichte der militär. Aër
schen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt
2) Deutscher Reichs-Anzeiger.

ichterung des Transportes war dieser in drei Theile zerlegbar, deren eder ohne Anstrengung durch zwei Mann fortgeschafft werden konnte. Sein Gesammtgewicht betrug $3^1/_4$ Tons.

Das hierbei angewendete Gaserzeugungs-Verfahren war das trockene (d. h. Ueberleitung von Wasserdämpfen über rothglühendes Eisen). Der ganze Ofen wurde auf einem gewöhnlichen Train-Wagen transportirt. Fast jeden letzten Sonnabend im Monat fanden praktische Versuche statt und es soll der Ofen in 24 Stunden Gas für zwei Ballons geliefert haben. Die Anfertigung neuer Ballons nahm inzwischen schnell ihren Fortgang. Bald ging der „Pilot“ mit 6000 Cubikfuss aus der Werkstatt hervor, dann folgten der „Diamond“, der „Pionier“ und andere. Mit dem Diamond stiess der jungen englischen Luftschiffercompagnie der erste Unfall zu. Er wurde bei einer Uebung gefüllt, an drei am Netze befestigten Tauen gehalten, zum Exercierplatz herausgebracht. Hierbei hatte man zur Vermeidung von Gasverlusten den Appendix unten zugebunden. Der Wind war an dem Tage etwas heftig. Der Ballon wurde mit 120 kg Ballast beschwert an einem Wagen angebunden; ein plötzlicher Windstoss riss ihn jedoch los. Er verschwand sehr schnell in den Wolken, platzte in ziemlich bedeutender Höhe und kam nicht unweit seines Auffahrtsortes wieder nieder. Das Haltetau hatte 37 mm Umfang und der Ballon einen Auftrieb von ca. 100 kg. Ein merkwürdiger Umstand verdient dabei der Erwähnung. Der Ballon platzte nämlich genau um das Ventil herum und blieb im Uebrigen unversehrt.

Am 6. October 1879 sollte bei einer Truppenrevue durch den Herzog von Cambridge zu Woolwich [1]) von der Commission eine Neuerung probirt werden. Man wollte nämlich im freien Ballon im Arsenal aufsteigen und Mittags auf dem Uebungsplatze niedersteigen. Man sah auch einen grossen Ballon am Vormittag sich auf das Manöverterrain zu bewegen; der Wind schlug jedoch plötzlich um und trotzdem die Aëronauten in grossen Höhen andere Luftströmungen suchten, konnten sie doch schliesslich ihr Vorhaben nicht ausführen. Am 17. November fand alsdann eine Inspicirung durch eine Jury statt, welche aus General Turner und Philpotts, Admiral Boyes, Oberst Nobel und anderen bestand. Es handelte sich hierbei wohl vornehmlich um die Feststellung der Verwendbarkeit eines besonderen Wagens, an welchem der Ballon festgebunden wurde. Zum Versuch war der „Saracen“ gefüllt worden.

2) L'Aéronaute 1879.

1) Royal United Service Institution 1881. Vortrag des Lieut. Powell.

Man liess ihn ca. 60 m hoch und transportirte so den am Wagen b festigten Aërostaten mit Leichtigkeit. Dabei wurde auch nicht überseh den Transport Hindernisse, wie Telegraphenleitungen u. s. w. nehme zu lassen. Die darauf gefolgten Auffahrten waren mit zahlreichen Ve suchen über optische Signale, sowie über den Gebrauch des Telephon vom Ballon aus verbunden. Die Inspicirung, welche sich schliesslic noch auf die Dichtigkeit und Festigkeit des Materials ausdehnte, währt mehrere Tage.

Im Jahre 1880 erschien bei der Brighton Freiwilligen Revue ei neuer Ballon von 25.000 Cubikfuss (ca. 920 cbm), der „Crusader". E war bei den Lewes Gaswerken gefüllt und so $2^1/_2$ Meilen über Lan nach dem Parade-Platze geführt worden, ein Weg, bei dem er eine Fluss und einen Eisenbahndamm mit Telegraphendrähten zu passire hatte. Zwei kleinere Ballons von je 1500 Cubikfuss (ca. 55 cbm) wurde als Gas-Reservoirs für eventuelle nothwendige Nachfüllung mitgenomme Der Ballon stieg sodann unter Leitung der Hauptleute Elsdale un Templer bis auf eine Höhe von 1500′ (ca. 500 m). Anfangs wurd die Aussicht durch den Morgennebel und durch Rauch von brennende Haidekraut verhindert, später wurde jedoch der Horizont klar und di Bewegungen der manövrirenden Truppen waren deutlich sichtbar. Al die Revue vorbei war, wurde der „Crusader", angebunden an eine vierspännigen Wagen, in Galopp nach Lewes zurückgebracht. Im Septemb desselben Jahres bestimmte das Kriegsministerium, dass die 24. Ingenieu Compagnie über die Handhabung von Ballons instruirt werden sollte.

In der Folgezeit fanden zu Aldershot viele Uebungen statt. Da Ministerium war auch den Wünschen der Meteorologen nachgekomme indem es ihnen zu wissenschaftlichen Luftfahrten den „Saladin" zu Verfügung stellte. Zu diesem Zwecke stiegen am 10. December 18 Capitän Templer, ein Herr Gardner und das Parlaments-Mitgli Powell auf. Als ein heftiger N.-Nordost die Reisenden dem Mee zutrieb, liessen sie sich in der Nähe von Bridport (Dorsetshire) hera Hierbei stiess die Gondel so heftig auf den Boden auf, dass Templ und Gardner hinausflogen. Der Ballon erhob sich mit Powell allei dem zum Unglück bei dem Aufprall die Ventilleine zerrissen war un trieb ihn dem Meere zu. Er grüsste noch einmal mit der Hand winken den Reisegefährten zu und verschwand dann auf Nimmerwiederseh Alle späteren Nachforschungen nach ihm blieben resultatlos.

Die erste praktische Verwendung sollte das Luftschiffercorps i Kriege gegen Arabi Pascha finden. Es sollten vier Officiere mit dr

Ballons von 27,000 Cubikfuss (ca. 1000 cbm), 18,000 Cubikfuss (ca. 650 cbm) und 13,000 Cubikfuss (ca. 500 cbm) dahin eingeschifft werden. Egypten mit seinem wenig bewaldeten flachen und offenem Gelände erschien für Anwendung von Aërostaten besonders günstig. Die Einschiffung verzögerte sich aber und unterblieb schliesslich, nachdem die Entscheidungsschlacht gefallen war. Fraglich erscheint es auch, ob die immerhin gewichtsvolle Ballon-Equipage in dem wegearmen Sandterrain der Armee überall hin hätte folgen können. Trotzdem wurden in England viele Stimmen laut, welche sich für den Versuch aussprachen und daher seine Unterlassung tadelten. In Folge dessen soll in neuester Zeit Alles wieder gut gemacht werden. Der „Times" zu Folge ist Ende 1884 der inzwischen avancirte Major Elsdale mit einer Ballon-Equipage nach dem Beschuana-Lande abgesandt worden.

Im Februar 1885 wurde auch für die egyptische Armee des Generals Wolseley eine Ballon-Equipage eingeschifft. Der General selbst ist ein grosser Anhänger von Recognoscirungsballons. Es kommt dies unter anderem in seinem „The Soldier's Pocket Book" zum Ausdruck, worin er sagt: „Eines der erfolgreichsten Mittel, die Stellung und Bewegungen eines Feindes zu erforschen, sind Ballons; denn obwohl die Terrainunebenheiten von der Gondel eines Ballons der 1000—2000' hoch steht, sich nicht mehr markiren, so kann doch bei klarem Wetter die Stellung der Truppen genau erkannt werden. Ballon-Auffahrten bei Nacht, besonders im waldigen Terrain, sind hierfür günstig, weil die Nachtfeuer die Lage des Feindes andeuten und die Anzahl derselben kann ungefähr dadurch geschätzt werden, dass man etwa zehn Mann auf jedes Feuer rechnet. Ein Stabsofficier während einer Schlacht in einem Ballon und in erwähnter Höhe würde von unberechenbarem Nutzen sein. Die Ballon-Auffahrt müsste von einem Hügel, ungefähr eine englische Meile hinter den Tirailleur-Linien stattfinden und das Ballonschiff sollte durch eine Feldtelegraphen-Linie mit dem Standpunkte des commandirenden Generals in Verbindung bleiben, der dadurch in steter Kenntniss über die Stellung der feindlichen Reserven erhalten werden könnte."

Die nach Egypten gesandte Ballon-Equipage steht unter dem Befehl des Major Templer, der zu seiner Unterstützung den Lieutenant Mackenzie hat. Nach den Zeitungsberichten ist ein ganz umfangreiches Material dahin geschickt worden. Drei Ballons, der „Sapper", der „Fly" und ein noch unbenannter wurden mitgenommen, ferner ein kleiner Gasometer nebst allen zur Gasbereitung nöthigen Chemikalien. Das Luftschiffercorps führt auch eine Vorrichtung zum Comprimiren des

Gases mit und viele eiserne Cylinder, welche das comprimirte Gas aufnehmen sollen. Es sind auch etwa 100 kleinere derartige Cylinder angefertigt worden. Jeder dieser letzteren soll 120 Cubikfuss Wasserstoffgas enthalten und leicht von Mannschaften transportirt werden können.

Am 24. März wurde einer der Ballons nach dem rechten Wasserfort Suakin's gebracht und während der Nacht aus den Cylinder-Reservoirs mit Gas gefüllt. Am Morgen des 25. März begleitete er die Sikhs und 28. Eingeborenen-Infanterie halbwegs nach den Zarebas. Der Ballon war an dem mitten im Carré befindlichen Ankerwagen befestigt. In der Gondel befand sich in Höhe von 200' Lieutenant Mackenzie, die Telephon-Verbindung lief nach einem berittenen Telegraphisten herunter. Nach dem Bericht Lieutenant Mackenzie's hat er das ganze niedere Buschwerk der Gegend vollständig einsehen können. Er bemerkte feindliche Kameelposten über eine Meile weit auf dem Wege nach Hasheen. Eine andere Truppe sah er sich nach Tamai zurückziehen und eine dritte nahe der Seeküste entlaufene Kameele einfangen. Als der Ballon so in der klaren Luft schwebte, kamen allerseits die Araber aus ihren Verstecken hervor, um ihn besser anschauen zu können. Der Ballon bestand aus Goldschlägerhaut, hat 7000 Cubikfuss Inhalt bei 23' Durchmesser und wog in Summa nur 90 Pfund.[1])

Es seien nun in Folgendem über das Technische der englischen Militär-Aëronautik, soweit sie durch Veröffentlichungen bekannt geworden sind, noch einige Notizen gegeben.

Ballon-Material.

Die Ballons sind kugelförmig; sie wurden anfangs aus gummirtem Seidenstoff dann aus dem billigeren Battist genäht, der mittelst eines Leinölfirnisses gedichtet wurde. Der Stoff hat in Schuss und Kette gleich viel Fäden, besitzt daher eine bedeutende Festigkeit. Der Stoff scheint indess nicht dicht genug gewesen zu sein[2]), denn nach den neueren Berichten sind die nach Egypten gesandten Ballons weder aus Baumwolle, noch aus Seide, sondern aus einem besonderen Material. Aller Wahrscheinlichkeit nach besteht dieses in einer doppelten Lage präparirter

1) Times 26. 3. 85 und 28. 3. 84.

2) Es wurde der „Pionir" mit 8000 Cubikfuss Hydrogengas gefüllt und man fand, dass er nach Verlauf von sieben Tagen nicht mehr als 1000 Cubikfuss verloren hatte, ein Resultat, mit dem man indess nicht zufrieden gewesen zu sein scheint, denn es begannen hiernach alsbald Versuche mit Goldschlägerhaut, mittelst welcher man das Gas vollständig abzuschliessen vermeinte.

ldschlägerhaut, mit welcher bereits seit längerer Zeit Versuche anstellt worden sind. Die Ballons können demnach auch nicht mehr näht, sondern müssen mit besonderen Leimen geklebt werden, eine hr mühsame Arbeit, welche daher zu Woolwich von Frauen besorgt ird. Ihre Dichtigkeit soll so gross sein, dass man nach sechs Tagen och keinen wahrnehmbaren Gasverlust verspürt. Das sehr richtige Streben der englischen Militär-Aëronautiker, ihren Apparat möglichst felddienstfähig und daher also leicht zu machen, hat sie dahin geführt, die Grössen ihrer Ballons auf ein Minimum zu reduciren. Wir können das bei den oben angeführten bereits genau verfolgen. Der „Saladin" hatte 1400 cbm Inhalt, der „Talisman" bereits 700 cbm. Auf ein Volumen von 220 cbm konnten sie erst gebracht werden, als man mit Wasserstoffgas zu operiren begann. Die Fesselung des Ballons geschieht mittelst eines Stahltaues von 37 mm Umfang. Durch dasselbe führen zwei Kupferdrähte zur Verbindung mit dem Telephon,[1]) welcher den Verkehr zwischen den Insassen der Gondel nach unten vermittelt. Das obere Kabelende ist an der Gondel des Ballons befestigt. Das Telephon wird so bequem in letzterer angebracht, dass die Luftschiffer sich desselben bedienen können, ohne es in die Hand zu nehmen. Das untere Kabelende ist an der Trommelwelle mittelst eines Stiftes befestigt. Die Welle wieder befindet sich auf einem besonders construirten Fahrzeug.

Gas-Erzeugung.

Wie eben erwähnt, wurde bei den ersten Versuchen Leuchtgas angewendet, welches man durch besondere Reinigungs-Apparate gehen liess. Gleichzeitig wurden aber Versuche mit Wasserstoff-Erzeugung gemacht. Anfangs entschied man sich für das nasse Verfahren, später ging man jedoch zu dem trockenen über, welches bis heute im Gebrauch ist. Allem Anscheine nach scheinen Ende 1880[2]) auch Versuche mit Vassergas, einem leicht herstellbaren, unreinen Wasserstoff, gemacht worden sein. Von vornherein trachtete man danach, das mitzuführende Ersatzs auf den geringsten Raum zu beschränken. Die erst zu diesem Zweck nutzten Ballons aus sehr starkem Stoffe von 1500 Cubikfuss Volumen . 55 cbm) werden gewiss durch ihren Umfang für den Transport lästig

1) Im Sudan-Feldzuge scheint eine Aenderung der Verbindung dahin geffen zu sein, dass das Kabel aus Hanf besteht, in das der Telegraphendraht ht eingedreht ist.

2) Standard, 23. Oct. 1880.

geworden sein. Es wurden deshalb Stahlreservoirs versucht, die einen Druck von 100 Atmosphären aushalten sollten. Dieselben scheinen schliesslich zur Einführung gekommen zu sein; wir haben ihrer oben erwähnt. Die grossen sind 12 Fuss lang und haben ein Fuss Durchmesser, sie wiegen je $^1/_2$ ton. Die kleinen sind neun Fuss (2,7 m) lang.

Ausrüstung. [1])

Eine Ballon-Fquipage setzt sich zusammen aus drei vierspännigen Fahrzeugen:

1. Dem fahrbaren Gas-Erzeuger.
2. Dem Ballon-Transportwagen.
3. Dem Material- und Equipage-Wagen.

Die auf beiden letzteren mitgeführten Gegenstände sind:

Der zusammengewickelte Ballon, 40 Ballastsäcke, Füll-Schläuche, kleine Probir-Ballons (Pilots) zum Ermitteln der Luftströmungen, kleine Ballons zum Nachfüllen des Hauptballons ohne ihn herabzuziehen, ein Sack Sauerstoff zum eventuellen Einathmen, ein Sack Wasserstoff zum Füllen der Probir-Ballons, ferner verschiedenes Geräth und Handwerkszeug zum Repariren des Ballons, Land- und Seekarten, Taue, Flaschenzüge, Anker, Compas, Aneroïdbarometer, Telephone, Flaggen, ein Sack Wasser u. s. w.

Die englische Militär-Aëronautik befasst sich ausser mit Captivfahrten auch mit freien und hat Major Templer bereits einen Grad von Ausbildung und Sicherheit im Manövriren mit letzteren erreicht, welcher ihn mit in die Reihe der Autoritäten auf dem Gebiete der praktischen Luftschifffahrt stellt. Mit Constructionen lenkbarer Aërostaten giebt sie sich gar nicht ab, desto mehr jedoch mit meteorologischen Beobachtungen. Sie sucht, durch geschickte Ausnutzung der verschiedenen Luftströmungen den Ballon auf bestimmte Ziele hin zu dirigiren. Diese sehr spannende und wahrhaft sportsmässige Art, den Ballon zu lenken, hat in England einen günstigen Boden gefunden. Durch die Nähe des Meeres sind Luftfahrten dort an und für sich gefährlicher als anderswo, wie aber Green und Glaisher constatirt haben, ist Grossbritannien in der glücklichen Lage fast immer drei verschiedene Luftströmungen bis in einer Höhe von 5000′ über sich zu haben. Es wäre also demnach durch

1) Der gegenwärtige Zustand d. militär. Aëronautik v. Major Buchholtz — Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt 1883. — Daily News, 20. Nov. 1879.

Höhenwechsel leicht möglich, sich in Zickzacklinien einem bestimmten Orte zu nähern. Das Interesse, welches die britischen Gelehrten und besonders Meteorologen stets der Luftschifffahrt entgegengebracht haben und zur Zeit noch entgegentragen, hat nicht wenig zu ihrer Förderung beigetragen. Einige derartige Fahrten wurden von Templer Juli 1879 vorgeführt. Er verabredete sich mit seinen Kameraden in Barnet dahin, dass er bei ihnen auf dem Paradeplatz um ½8 Uhr Abends mit dem Ballon niedersteigen wollte. Die Fahrt begann um 6 Uhr Abends vom 20 Meilen entfernten Krystall-Palast aus in dem Ballon „Excelsior". Die Reise verlief folgendermaassen: Templer stellte fest, dass in einer Höhe von 1000′ ein Nordost wehte; ein Probirballon in einer Höhe von 4000, jedoch nach Osten zog. Nun liegt Barnet mehr nördlich als nordwestlich vom Krystall-Palast. Um daher an den vorher bestimmten Punkt zu gelangen, musste er diese beiden Luftströmungen in dem ihrer Geschwindigkeit entsprechender Verhältniss auszunutzen suchen. Er passirte demnach London, die Themse und Westminster-Brücke in einer Höhe von 2000′, benutzte dann die obere östliche Strömung bis er sich über dem Alexandra-Palast befand. Hier liess er sich in den obersten Theil der westlichen Richtung hinunter. Er bekam nunmehr bald das Lager in Barnet zu sehen, musste sich jedoch noch einmal 4000′ hoch begeben und dann plötzlich bis auf 400′ fallen. Der Ballon landete zur bestimmten Stunde auf dem Paradeplatz. Da alsbald Zweifel darüber laut wurden, ob eine derartige Fahrt wiederholt werden könne, entschloss sich Templer, sofort das Experiment zu wiederholen. Er wollte diesmal von den Krystall-Palast aus nach Aldershot fahren und nahm zudem noch dem Hauptmann Lee mit. Auch diese Fahrt glückte vollkommen. Es wurden dann noch viele andere derartige Fahrten von Hauptmann Elsdale[1]) und anderen englischen Officieren unternommen, welche meist ebenfalls ihr vorgestecktes Ziel durch geschicktes Laviren erreichten. Leider sind sie immer noch darauf angewiesen, dieses durch abwechselnde Gas und Ballast Verluste zu ermöglichen.

---

1) Daily News, 4. August 1879.

Kapitel XII.

Deutsche Militär-Aeronautik.[1])

Deutschland hat stets allen Neuerungen, zumal auf dem Gebiete der Kriegskunst, die sorgfältigste Beachtung geschenkt. In Folge dessen sind den deutschen Officieren die Resultate, welche durch die Verwendung von Ballons im Amerikanischen Bürgerkriege 1862/63 erzielt wurden, nicht entgangen. So lange indess alle Mächte Europas sich der Luftschifffahrtsfrage gegenüber passiv verhielten, gebot es bei uns die Sparsamkeit, nicht allein mit kostspieligen Versuchen vorzugehen. Freilich rächte sich dieses Verfahren auch für uns im Feldzuge 1870/71 ziemlich bitter. In Frankreich leisteten die Luftschiffer in der Zeit der Noth vortreffliche Dienste. Auf den Ruf kamen sie von allen Seiten herbei, um dem bedrängten Vaterlande beizustehen. Bei uns ertönte derselbe Ruf, aber — es kam keiner. Deutschland hatte keine Luftschiffer und hat in der That auch heute nur wenige. Die oberste Heeresleitung musste daher mit vielen Mühen und grossen Unkosten sich im Auslande um Aëronauten bewerben, als die Belagerungen von Metz und Strassburg die Heranziehung solcher als zweckmässig erscheinen liess. Jedes patriotisch fühlende Herz muss diese damalige Hilfslosigkeit unseres Vaterlandes schmerzlich empfunden haben. Die Frage tritt nun an uns heran: Woher kam das? Die Beantwortung ist sehr einfach. Das französische Volk hat die Luftschifffahrt stets gepflegt, unterstützt, gefördert,

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd II. — Mittheilungen des Ingenie[illegible]'s, Heft 18, 1873.

ns dagegen ist sie über die Achsel angesehen und verkannt n.

Es gelang damals im Jahre 1870, den bekannten englischen Luft-
er Coxwell zu engagiren. Am 31. August wurden zu Cöln zwei
hiffer-Detachements formirt in Stärke von je 20 Mann. Dieselben
en unter dem Commando des Premierlieutenants Joesten und des
delieutenants der Reserve Mieck, beide vom Ingenieurcorps. Als
ischer Beirath wurde diesen der Literat Dr. Mahler zugetheilt, zur
wohl der einzige in Deutschland, welcher ein wenig über Aëronautik
irt war; zum allermindesten hatte er einmal etwas darüber ge-
eben. Coxwell brachte zwei Ballons mit, einen von 32,000 Cubik-
(1150 cbm) und einen von 18,000 Cubikfuss (650 cbm). Mit diesen
len zunächst einige Versuche in Cöln angestellt, welche bei schönem
er ziemlich gut ausfielen. Bei windigem Wetter waren jedoch
ann nicht ausreichend gewesen, den Ballon zu halten. Im Uebrigen
e die Behandlung des Ballons, das Einpacken in die Gondel etc.
er kurzen Zeit bis zum 5. September geübt. Am 8. September
ssen beide Detachements unter Befehl des Premierlieutenant Joesten
Coxwell's kleinen Ballon Cöln, um nach Strassburg abzurücken.
10. September früh trafen sie in Wendenheim ein und begaben
von dort nach Bischweiler, wo sofort umfassende Vorkehrungen zur
ng getroffen wurden. Der Gasometer der Gasanstalt Bischweiler
indess nur ca. 300 cbm Inhalt.

Es ist unklar, woran es gelegen hat, dass das Detachement selbst
lortige Einrichtung nicht zu weiterer Fabrikation ausnutzte, vielleicht
ies auch geschehen, denn es wird unter Anderem berichtet[1]), dass
Ballon dort mit Leuchtgas gefüllt worden sei. Dann sollen weitere
uche daselbst gemacht worden sein und schliesslich die Absicht
legen haben, den Ballon am 17. September gefüllt nach Suffel-
rsheim zu schaffen. Der Transport scheiterte an dem heftigen
le. Er wurde daher entleert nach dem bezeichneten Auffahrtsterrain
chen Hönheim und Bischheim, 3500' von Strassburg entfernt, ge-
it. Hier befand sich eine geschützt liegende Terrainfalte, welche
Arbeiten durch ein davor liegendes Haus auch noch gegen Einsicht
französischen Observationsposten auf dem Münster deckte. Nach
er Zeit waren auch die Vorbereitungen zur Wasserstoff-Erzeugung
let. Man hatte grosse Mühe, das requirirte Zink in Streifen zu
hneiden und nicht minder viel Umstände, aus den niedergebrannten

1) Frhr. v. Hagen, Geschichte der militär. Aëronautik.

Bierbrauereien von Schiltingheim geeignete dichte Fässer herauszusuchen, da die besten vorher zu Batterie- und Brückenbauten weggenommen waren. Der Gaserzeugungs-Apparat bestand aus 60 verschieden grossen Fässern zur Gaserzeugung, 12 Wasch- und 3 Trockenfässern. Am 21. September waren die Vorbereitungen so weit gediehen, dass mit der Füllung begonnen werden konnte. Da der Wind in dieser Zeit stärker wurde, wartete Lieutenant Joesten jedoch bis zum 24. Bei dieser Füllung nun stellten sich alle die Nachtheile heraus, welche die geringe Erfahrung und übereilte Instruction dieser Truppe im Gefolge hatten. Es dürfte jedermann einleuchten, dass aus Leuten, die nie zuvor einen Ballon gesehen hatten, in einer Zeit von acht Tagen sich nicht Luftschiffer machen lassen. Die ganze Füllungs-Vorrichtung war undicht. Um $^1/_2$4 Uhr Nachmittags war der Ballon erst fähig, einen Menschen zu tragen. Da die Gasentwicklung immer langsamer von statten ging, entschloss sich Lieutenant Joesten die Auffahrt zu versuchen. Um 4 Uhr stieg er daher ohne Anker, jedoch mit zwei Sack Ballast auf. Der Ballon war des ziemlich heftigen Windes wegen an zwei Haltetauen gefesselt. Er erhob sich bis zu einer Höhe von beinahe 100 m. Der Ballon wurde vom Winde lebhaft hin- und hergeschleudert und nach der Festung hin niedergedrückt. Den Krimstecher konnte Lieutenant Joesten nicht gebrauchen, wohl aber sah er ohne Glas die Umrissê der Festungslinien mit ihren nassen Gräben. Etwas störend wirkte für genauere Einsicht der Werke das Feuern der Geschütze. Nach 5 Minuten liess sich Lieutenant Joesten, da er glaubte Genaueres nicht feststellen zu können, wieder herabziehen. Es machten nachdem noch der Reserve-Officier und Dr. Mahler je eine Auffahrt. Der Ballon wurde darauf verankert und gegen den Wind an den entsprechenden Seiten durch aufgespannte Segeltücher geschützt. Trotzdem peitschte der Wind dermassen gegen die halbgefüllte Ballonhülle, dass es vorgezogen wurde, das Gas heraus zu lassen. Beim Beginn dieser Arbeit erhielt der Ballon an seinem unteren Theile einen langen Riss und entleerte sich von selbst. Nach der Reparatur am 26. September kapitulirte Strassburg. So scheiterte der erste Versuch der deutschen Armee, den Ballon zu ihrem Waffengefährten zu machen. Das Detachement erhielt zwar bald Befehl, nach Paris aufzubrechen, wagte aber hier des windigen Wetters wegen nicht mehr zur Thätigkeit zu schreiten. Da die Höhen um Paris eine ausreichende Recognoscirung gestatteten, bedurfte man der ungenügend ausgebildeten Luftschiffer auch gar nicht. Am 10. October wurde daher das Commando aufgelöst.

Das Detachement war die indirecte Veranlassung, dass der Ballon „Armand Barbés“, welcher am 7. October mit Gambetta und dessen Secretär Spuller Paris verliess, nicht gefangen genommen wurde. Durch ein ungeschicktes Operiren ging der Ballon gar nicht weit von unseren Posten nieder, welche, in der Meinung es wäre einer der Deutschen, nicht darauf schossen. Der Luftschiffer benutzte die Zeit, warf Ballast aus, und stieg mit grosser Geschwindigkeit wieder auf. Durch die nachgesandte Salve wurde Gambetta an der Hand verwundet.[1])

Die Erfolge, welche die Franzosen während der Belagerung von Paris mit ihren Ballons aufzuweisen hatten, liessen der Sache wiederum ein erhöhte Interesse abgewinnen. Nichts war daher natürlicher, als dass nach dem Kriege im Jahre 1872 eine Verfügung kam, dass von Seiten des Garde-Pionier-Bataillons Versuche mit Balloncaptifs gemacht werden sollten. Das Material von 1870 wurde wieder herbeigeschafft und nun zunächst zur Construction eines ergiebigen und transportfähigen Wasserstoffgas-Erzeugers geschritten. Letzterer gelang in befriedigender Weise, die Ballons zeigten sich aber als nicht mehr brauchbar. Da der Kostenanschlag für weitere Versuche ein ziemlich bedeutender war, nahm das Kriegsministerium von denselben Abstand. In der nun folgenden Zeit wurde es mehrfach versucht, leider mit nur geringem Erfolge, Privat-Unternehmungen für Aëronautik in Deutschland anzuregen. Erst im Jahre 1882 schienen diesbezügliche Hoffnungen sich verwirklichen zu wollen, durch die Gründung des „deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.“ Diesem Verein gebührt seit der kurzen Zeit seines Bestehens bereits das Verdienst, für die fernere Entwicklung der Luftschifffahrt in Deutschland einen wissenschaftlichen Grund gelegt zu haben.

Im Juni 1884 wurde von Seiten des Kriegs-Ministeriums dieser Frage von Neuem dadurch näher getreten, dass provisorisch eine Versuchsstation für Balloncaptifs eingerichtet und ein Ballon-Detachement in Stärke von einem Premierlieutenant, zwei Secondelieutenants, vier Unterofficieren und 29 Mann zur Ausführung von Versuchen mit Ballons commandirt wurde. Zum Vorsteher der Versuchsstation wurde Major Buchholtz vom Eisenbahn-Regiment ernannt, welcher sich bereits früher ausser mit Signaldienst viel mit Aëronautik beschäftigt hatte. Ihm wurden als Detachements-Commandeur Premierlieutenant von Tschudi vom Eisenbahn-Regiment und als technischer Beirath der praktische Luftschiffer Opitz zur Seite gestellt. Letzterer erhielt zugleich unter

1) S. Moniteur universel, den 10. October 1870.

dem Titel eines Werkstatt-Inspectors und Militär-Aëronauten die Anleitung und Beaufsichtigung der auszuführenden Arbeiten und Versuche übertragen. Der Zweck der Versuche ist vorläufig, den gefesselten Ballon für den Krieg brauchbar zu machen. Die hierzu seitens der Versuchsstation gemachten Experimente werden geheim gehalten.

Der Verfasser muss auch davon Abstand nehmen, Versuche des Detachements auf Grund der in der Tagesliteratur hin und wieder auftauchenden Publicationen zusammen zu stellen, weil er damit für die Zuverlässigkeit der letzteren eine gewisse Stütze liefern würde. Der geehrte Leser wird es daher verzeihen, wenn der Verfasser hier, wo es das Wohl des Vaterlandes erheischt, schweigt und sich nicht herablässt, die Beobachtungen unberufener Zaungäste, welche übrigens in alle in- und ausländischen Militär-Zeitschriften übergegangen sind, zu berichtigen oder zu bestätigen.

Kapitel XIII.

Russische Militär-Aëronautik.

Als Napoleon im Jahre 1812 mit der grossen Armee in Russland einfiel, begann man daselbst zum ersten Male an den Ballon als Mittel zur Vernichtung dieser Armee zu denken. Es fehlte auch nicht an Anerbietungen von Leuten, die die Ausführung übernehmen wollten. Von allen diesen beauftragte man einen deutschen Mechaniker Leppig im Mai des erwähnten Jahres, einen lenkbaren Ballon zu bauen, von dem aus man durch Herabwerfen von Bomben die französische Armee zu vernichten gedachte. Der Ballon sollte sich durch riesige Flügel vorwärts bewegen und überhaupt so gross sein, dass er 50 Soldaten tragen konnte. Im Dorfe Woronzowo, 7 Werft von Petersburg, wurde Leppig, man kann beinahe sagen, internirt. 12 Dragoner und 160 Infanteristen bewachten ihn und seine Arbeiten, denn es sollte alles ganz geheim bleiben. Die zur Ausführung nöthigen Handwerker wurden daher auch unter allerlei unverdächtigen Vorwänden nach und nach dorthin zusammengezogen. Die Hülle wurde in Moskau von Frauen genäht. Ueber die Bekanntmachung, sowie den weiteren Gang der Versuche giebt Baron vom Hagen in seiner Geschichte der militärischen Aëronautik folgendes an[1]: „Rostopschin (der Gouverneur) liess folgende Proclamation an den Strassenecken anschlagen: „Es ist mir vom Kaiser aufgetragen worden, einen grossen Luftballon bauen zu lassen, in welchem fünfzig Personen hinfliegen werden, wohin sie wollen, mit dem Winde und gegen den Wind. Wenn er vollendet sein wird, werdet Ihr's hören

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Bd. I, S. 354.

und Euch freuen. Ist das Wetter gut, so erhalte ich morgen oder übermorgen einen kleinen Ballon zu Versuchen. Es wird Euch dies im voraus verkündet, damit Ihr beim Erblicken des Ballons nicht glaubt, dass er vom Verderber sei, sondern wisst, dass er zum Untergange und Sturze desselben verfertigt wurde.“ Weitere Nachricht über den Fortgang des abenteuerlichen Unternehmens giebt uns ein Bericht des Gouverneurs vom 11. Juni, in welchem es wörtlich heisst: „Leppig hat meine Zweifel widerlegt. Wenn der Ballon fertig sein wird, will der Erbauer desselben nach Wilna fliegen. Wird er nicht etwa zum Feinde fortfliegen? Und vom 20. Juni: „Ich bin vollkommen vom Erfolge überzeugt, Leppig schlägt mir vor, mit ihm zusammen abzureisen, allein ich wage nicht meinen Posten ohne allerhöchste Genehmigung zu verlassen.“ Am 13. August waren dann endlich zwei kleine Probeballons fertig geworden und man hoffte, den grossen Aërostaten am 30. desselben Monats beendet zu haben. Die Probeballons waren auf fünf Mann berechnet, der Tag ihres Aufsteigens bestimmt, und die Stadt durch Plakate hiervon in Kenntniss gesetzt. Statt der zur Füllung und Zurüstung der Bälle veranschlagten sechs Stunden vergingen fünf Tage bis die Aërostaten steigen konnten. Ausserdem zeigte es sich, dass dieselben nur zwei Personen zu tragen vermochten, und dass sie nicht willkürlich gelenkt werden konnten, indem jedesmal bei den Versuchen, den Treibmechanismus in Thätigkeit zu setzen, die stählernen Sprungfedern der Flügel zerbrachen. Ferner stellte sich eine solche Menge unvorhergesehener Schwierigkeiten der Ausführung des Projectes entgegen, dass Rostopschin von weiteren Experimenten abstand und Leppig am 1. September nach Petersburg abführen liess. Die Ballons und der sonstige Apparat im Werthe von 163,000 Rubel wurde nach Nischnei Nowgorod geschickt.“

Demnächst fanden in Russland erst in den Jahren 1870/71 auf Todleben's Veranlassung wieder Versuche statt. Es wurde zur Zeit vom Ingenieur d'André ein Ballon von 52 Fuss (17 m) Höhe und 42 Fuss (14 m) Durchmesser erbaut. Der Stoff, persische Seide mit aufgewalzter Gummilage, soll so dicht gewesen sein, dass der Ballon, nachdem er 22 Tage und Nächte im Freien verankert gewesen, nur ein Viertel seines Wasserstoffgehaltes verloren hat. Seine Befestigung an einem besonderen Wagen war vermittelst eines Drahtkabels bewerkstelligt, das gleichzeitig zur telegraphischen Verbindung mit dem Erdboden benutzt werden konnte. Die Versuche fanden im Lager der Sappeurs bei Ust Jahora vier Meilen von Petersburg statt. Der gefüllte

›n wurde mit zwei Luftschiffern in der Gondel dorthin gebracht. ›r den Ausfall der Versuche ist nichts Näheres bekannt geworden. Kosten beliefen sich zur Zeit im Ganzen auf 12,000 Rubel. Im re 1879 wurden dann durch General Major Lobko vom Kriegs-isterium Versuche darüber angestellt, wie weit man bei verschiedenen ıen aus der Gondel eines Ballons Beobachtungen anstellen könnte. benutzte dazu das eben erwähnte alte Ballon-Material und stieg vom logischen Garten aus bei klarem ruhigen Wetter auf bis zu einer ıe von 150 m. Hier will er einen Umblick von 30 km Durchmesser abt haben. Bis 10 km Durchmesser unterschied er Wagen und sgänger und innerhalb 2—4 km konnte er noch leicht jede einzelne vegung der Leute verfolgen.

Seit dem Russich-Türkischeu Kriege 1877 hat überhaupt das sische Kriegsministerium dem Ballonwesen eine fortdauernde, ein-ende Aufmerksamkeit geschenkt. Ihre hervorragendsten Fürsprecher der Armee sind, der Generalmajor Klinder und der General-jor Lobko. Man hat auch hier, wie in anderen Staaten versucht das olikum mehr für die Aëronautik anzuregen, in der Hoffnung, für egsfälle Elemente zu erziehen, welche eventuell gebraucht werden mten. Indess hat man hierbei wenig Entgegenkommen gefunden. hierfür in's Leben gerufene Luftschifffahrts-Gesellschaft erfreut sich nur s künstlichen Daseins und ist wenig productiv. Nichts desto weniger ss anerkannt werden, dass die oben genannten Herren mit grossem ər sich der Sache hingeben, und ihre Hoffnung nicht verlieren. Die itärischen Versuche werden nun in neuerer Zeit in den alten Admi-täts-Werften zu Ochta bei Petersburg mit vielem Fleisse fortgesetzt. selben erstreckten sich, wie überall auf Ballon captifs, auf lenk-e Ballons und Erfindung von schnell arbeitenden Gaserzeugern. ehemaliger Schiffscapitän, Kosztowits, soll es in allen diesen Dingen on weit gebracht haben.

Der „Herold“ vom 2. August 1884 berichtet:

der vorigen Woche fand in der Admiralität der Grossochtaschen rfte eine Probe mit einem neuen kleinen Ballon captif von 650 Cu-fuss (24 cbm) Inhalt statt, der von unserem bekannten Erfinder und ıstructeur Capitän Kosztowits sammt einer kleinen Batterie zur Er-gung von 1000 Cubikfuss Hydrogengas construirt und in den rkstätten für die elektrische Abtheilung des Minenressorts der kai-lichen Kriegsmarine ausgeführt ist. Vermittelst eines elektrischen parates und einer Lampe, die von dem Ballon auf ca. 1000 Fuss

gehoben wird, und auf dieser Höhe in einem Gesichtskreis von 63 Werft im Radius sichtbar ist, kann man sich durch electrische Zeichen, die bestimmte Buchstaben und Sätze bedeuten, genau verständigen; auf diese Art können nicht nur alle möglichen Befehle des Admiralitätsschiffes dem Geschwader viel schneller und deutlicher mitgetheilt werden, als dieses mit den bis heute angewandten Flaggen- oder Laternensignalen möglich war, sondern es kann auch eine vollständige Correspondenz mit Hilfe dieser Lufttelegraphen geführt werden und zwar ebenso leicht und verständlich, wie mit den gewöhnlichen Morse-Telegraphen auf festem Lande. Selbstverständlich ist dieser Lufttelegraph nicht nur für die Kriegsmarine, sondern auch für die Armee als sehr bequemer Feldtelegraph von grosser Wichtigkeit und Zukunft. Die praktische Probe des Apparates bei der Ablieferung fiel auf das Beste aus und füllte unter Anderem die zur Erzeugung von Wasserstoff speciell eingerichtete Batterie in einem Zeitraum von kaum acht Minuten den Ballon mit aussergewöhnlich reinem, daher auch sehr leichtem Gase; die elektrische Einrichtung ist in der elektrischen Abtheilung des Minenressorts hergestellt worden. Wie wir erfahren, soll dieser Apparat schon bei den nächsten Flotten-Manövern zur Anwendung kommen.“

Thatsächlich haben diese Lufttelegraphen bei dem Flottenmanöver bei Kronstadt im August Anwendung gefunden und sind, da sie sich bewährt haben, in der russischen Marine eingeführt worden.

Ob aber sonst die Angaben der Zeitung den bestehenden Verhältnissen entsprechen, ist sehr zweifelhaft.

Als dann in Deutschland die Versuchsstation des Ballon-Detachements eingerichtet wurde, entwickelte sich auch im Russischen Kriegsministerium eine grosse Regsamkeit auf miltärisch-aëronautischem Gebiete. Russland befindet sich hierin den andern Grossmächten gegenüber zur Zeit noch insofern im Nachtheil, als es keine praktischen Luftschiffer besitzt, welche diesen Titel mit einer verdienten Berechtigung tragen. Die Regierung sah sich daher im Auslande um und fand jedenfalls in Frankreich Entgegenkommen. Sei es nun, dass man mit den Ballons des Capitän Kosztowits nicht zufrieden war, sei es, dass man diese einmal mit Ausländischem Fabrikat vergleichen wollte, kurzum es wurde Ende des Jahres 1884 in der Ballonfabrik von Brissonnet in Paris (Boulevard Sébastopol 127), ein Ballon bestellt. Die Versuche damit ergeben sich aus folgender Nachricht aus der „Neuen Zeit“ vom 24. August 1885:

„Gestern, Sonntag, fand im Polygon von Polkowo der erste Ver-

such statt mit einem in Paris vom Kriegsminister zu militärischen Zwecken gekauften Ballon. Ein kleines Luftschiffer-Detachement, zusammengesetzt aus drei Officieren des Telegraphen-Parks und zwanzig Soldaten, wurde zum Dienst dieses Ballon captif herangezogen. Der gestrige Versuch wurde in Gegenwart des Kriegsministers ausgeführt, welcher selbst mit einem der Aëronauten-Officiere aufstieg. Der Ballon stieg bis zu einer Höhe von 100 Fuss, und während der Minister die Umgegend mit Hilfe eines Doppelperspektivs beobachtete, gab der ihn begleitende Officier Zeichen, welche von unten vollkommen erkenntlich waren. Das Auf- und Herabsteigen des Ballons währte ungefähr eine halbe Stunde. Er ist so construirt, dass seine Gondel drei Personen aufnehmen kann und ist ferner mit einem telegraphischen und elektrischen Apparate ausgerüstet. Der Ballonkörper besteht aus einem gelben, sehr widerstandsfähigen Stoff. Der Aërostat ist mit mehreren Ventilen versehen, um seinen Auftrieb nach Belieben des Aëronauten regeln zu können. Es werden wahrscheinlich mehr Ballons desselben Modells in Russland für das Kriegsministerium gefertigt."

Wahrscheinlicher Weise haben sich bei diesen Versuchen mit dem Ballon „Brissonet" doch mancherlei Uebelstände herausgestellt. Man knüpfte wenigstens sehr bald Unterhandlungen mit dem anerkannt tüchtigen französischen Luftschiffer Yon an, um dessen patentirten (22. October 1884) feldmässigen Ballontrain zu erwerben. (Die Italienische Regierung hatte sich, wie in Folgendem erwähnt wird, mit demselben Luftschiffer etwas früher in Verbindung gesetzt.) Der Train besteht aus drei Fahrzeugen und hat ein Gesammtgewicht von 7500 kg, davon entfallen auf den Gas-Erzeuger 2800 kg, auf den Kabel-Wagen mit Locomobile 2500 kg und auf den Material-Wagen 2200 kg, der Gas-Erzeuger liefert in der Stunde 250 bis 300 cbm Wasserstoffgas durch Wasserzersetzung mittelst Eisen und Schwefelsäure. Der Apparat beruht auf der von dem französischen Capitän Charles Rénard erfundenen Construction der Selbstregulirung des Säurezuflusses. Die russischen Ballons sind aus Baumwolle gefertigt. Der Korb hängt inmitten eines Trapezes an einem Punkt. In Folge dessen bleibt er seiner Schwere nach immer senkrecht. Um ein Drehen desselben zu verhindern, ist er an seinem Tragering in der von Rénard vorgeschlagenen, kreuzweisen Aufhängung (suspension croisée) befestigt, der Ballon ist mit allen Ausrüstungsstücken versehen, welche ihn zu einer freien Fahrt befähigen. Die Abnahme dieses Trains fand am 24. September statt und wurde mit einem Versuch verbunden. Letzterer soll zu grosser Zufriedenheit ausgefallen

sein. Zum Schluss machten Yon und der Luftschiffer Louis Godard jr. mit dem russischen Ingenieur General Boreskoff eine freie Fahrt.[1] Als ein fernerer Beweis dafür, mit welcher Intensität Russland zur Zeit die Aëronautik betreibt, kann der Umstand gelten, das Generalmajor Lobko auf Anordnung des Generalstabes sofort ein Buch über Aëronautik verfasste, welches im August 1885 in russischer Sprache veröffentlicht wurde.[2]) Nach französischen Berichten soll Seine Kaiserliche Hoheit, der Grossfürst Wladimir sein hohes Interesse ganz speciell der Aëronautik zuwenden. Die Luftschifffahrt-Gesellschaft steht jedenfalls auch in Beziehungen zum Kriegsministerium, muss aber im Grunde genommen als eine Privatunternehmung betrachtet werden, welche den Bau eines lenkbaren Luftschiffes beabsichtigt.

Letzteres, eine Construction des Capitän Kosztowits, ist schon seit Jahren im Bau begriffen und lässt nur hin und wieder etwas von sich hören. Es hat die Cigarrenform, ist 200 Fuss lang (60 m) und in der Mitte, die Gondel eingerechnet, 80 Fuss (26 m) hoch und 51 Fuss (17 m) breit. Ausser einer Propellerschraube besitzt es zur Fortbewegung noch Flügel. Seine Maschine soll 50 Pferdekräfte stark sein. Nach den Berechnungen von Kosztowits trägt es zehn Personen und dazu noch 250 Pud Ballast. Die Cajüte ist sehr comfortable eingerichtet und wird mit elektrischem Lichte beleuchtet. Der Termin der Fertigstellung dieses sonderbaren Luftschiffes wird von Jahr zu Jahr verschoben.

Die Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt spricht sich mit Bezug auf dasselbe folgendermaassen aus[3]): „Es ist zu lange und zu viel davon gesprochen worden, ohne dass man etwas von der Ausführung zu sehen bekommen hat, um nicht allgemeines Misstrauen wach zu rufen. Auch jetzt ist daran wieder alles still geworden; der Herr Capitän ist noch immer nicht fertig — wird er es jemals werden?"

---

1) La Nature, 17. October 1885. — L'Aéronaute, October 1885.

2) Handbuch für Luftschifffahrt, zusammengestellt von L. L. L—o. St. Petersburg. Militärdruckerei im Gebäude des Generalstabes. Gedruckt auf Befehl der kriegswissenschaftlichen Abtheilung des Generalstabes.

3) Zeitschrift d. deutschen Vereins zur Förderung d. Luftschifffahrt, Bd. III, 1884, S. 250.

Schlussbemerkung.

Ein Keil treibt den andern! Durch das Vorgehen der meisten europäischen Staaten hat sich auch Italien veranlasst gesehen, der Frage der Luftschifffahrt vom militärischen Standpunkte aus näher zu treten. Die italienische Regierung hat sich eine vollständige Ballon-Equipage, bestehend aus zwei Ballons, einem Transportwagen, einem Gaserzeuger und einer Locomobile, bei dem bekannten französischen Luftschiffer Yon in Paris bestellt. Die Ballons sind kugelförmig von 600 cbm Inhalt; sie sind aus chinesischen Ponghée gefertigt und haben unten ein automatisches Ventil. Der Korb hängt in einem Trapez und bleibt, da er sich hierin noch gewissermassen in einem cardanischen Gehänge befindet, in Folge seiner Schwere stets in senkrechter Lage unabhängig von den Schwankungen des Ballons. Das 500 m lange Kabel wird auf einer Trommel mit Hilfe der Locomobile auf- und abgerollt. Die Telephondrähte sind äusserlich um dasselbe in Spiralen herumgewickelt, damit man sie besser revidiren und eventuell repariren kann. Der Gaserzeuger soll in der Stunde 200 bis 300 cbm Wasserstoff aus Eisen und Schwefelsäure hervorbringen. Der Apparat gleicht im Wesentlichen dem im vorigen Kapitel beschriebenen russischen.

Die Versuche, welche in Rom stattfanden, sind zufriedenstellend ausgefallen. Es ist ein Detachement formirt worden, welches der Ingenieur-Hauptmann Graf Alexandra Pecaro Giraldi befehligt. Derselbe soll während der Ausstellung zu Turin bei den Ballon captif von Eugène Godard seine aëronautischen Studien begonnen haben. Nach-

dem man sich beim Versuch von der Brauchbarkeit des gefessel
Ballons überzeugt hatte, wurde eine freie Fahrt unternommen.[1]

Auch Oestreich hat in der letzten Zeit begonnen, der Luftsch fahrt mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Das K. K. Obersthofmeist amt hat dem Redacteur der Allgemeinen Sportszeitung, Victor Sill rer[2]), wohl dem einzigen in Wien, der sich praktisch mit der Aë nautik befasst hat, ein Terrain von ca 12,000 qm auf der Feuerwei wiese im Prater zur Verfügung gestellt. Der betreffende soll hier aëronautisches Etablissement einrichten. Es scheint, als ob der Staat h mit Privaten die Ausführung der so kostspieligen Versuche erleicht will. Die Anstalt soll militärisehen und wissenschaftlichen Zwec dienen.

1) Italia militare 1885, No. 75. — L'Aéronaute 1885, No. 7, Juillet.
2) Allgemeine Sportszeitung. Wien 1885, No. 27 u. 29.



Druck: Radelli & Hille, Leipzig.

Zweiter Theil.

Theoretische u. praktische Aëronautik.

HANDBUCH

DER

LUFTSCHIFFAHRT

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTICHUNG IHRER

MILITAIRISCHEN VERWENDUNG

VON

H. MOEDEBECK.

SECOND-LIEUTENANT IM SCHLES. FUSS-ART.-RGT. No. 6.
COMMANDIRT ZUM BALLON-DETACHEMENT.

ZWEITER THEIL: THEORETISCHE UND PRAKTISCHE AËRONAUTIK.

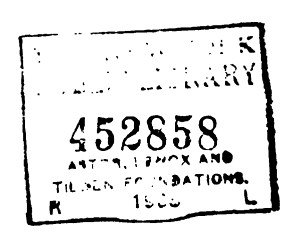
Motto: Umsicht, Thätigkeit und Ausdauer sichern den Erfolg!



LEIPZIG.

VERLAG VON EDWIN SCHLOEMP.

1886.



Kapitel I.

1. Die Anfertigung des Ballons.

Wer zur Construction eines Aërostaten schreiten will, muss sich zunächst einen Ueberblick über die Verhältnisse verschaffen, denen derselbe ausgesetzt ist.

Das Medium, welches den Ballon vollständig umgiebt, ist die Luft, ein Gemisch von 78,492% Stickstoff, 20,627% Sauerstoff, 0,041% Kohlensäure und ca. 0,84% Wasserdampf. Die beiden letzteren Bestandtheile sind dabei in der Menge ihrer Beimischung einem häufigen Wechsel unterworfen. Die Luft unterscheidet sich wesentlich vom Wasser in ihren Eigenschaften. Ihre Molecüle haben, wie die aller Gase, das Bestreben, sich nach allen Richtungen hin auszudehnen; sie stossen sich also gegenseitig ab, während sie bei Flüssigkeiten als neben einander gelagert und sich berührend gedacht werden. Ein Gas lässt sich in Folge dessen stark zusammendrücken und äussert dabei eine bedeutende Elasticität. Während die Luft bei 0° C. unter Normaldruck ca. 777 mal dünner als Wasser ist, wollen sie einige Physiker[1]) unter entsprechendem Druck bis zum Flüssigwerden comprimirt haben.

Die die Erdkugel umgebende Atmosphäre wird 12 Meilen in ihrer Höhe taxirt. Ihre Dichte nimmt nach oben hin bekanntlich immer mehr ab. Dagegen ist ihr Druck bei 0° C. in Höhe des Meeresspiegels

---

1) **Perkins** 1826. Phil. Trans. III, 541 und Cailletet Engineering, 26. April 1878, p. 325.

beständig und entspricht dem Gewicht einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe.

Auf einen Quadratcentimeter übt solche einen Druck von 1,0333 kg aus. Ein Cubikmeter Luft wiegt nach Regnault 1,293187 kg. Bei eintretender Erwärmung dehnt sich die Luft, sowie jedes andere Gas, nach Regnault's Versuchen um $0{,}003663 = \frac{1}{273}$ ihres Volumens aus. Dabei äussert sie, eingeschlossen, einen Druck auf die Wände des Gefässes, welchen man mit dem Namen Spannung bezeichnet. Der Druck pflanzt sich in der Atmosphäre gleichmässig fort. Jeder in derselben befindliche Körper ist ihm ausgesetzt. Ebenso gilt für jeden in der Luft schwimmenden Körper das archimedische Princip, welches lautet:

„Ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper verliert so viel an seinem Gewichte, als das Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit beträgt.“

Der Nachweis, dass dieses Princip auch für die Luft richtig ist, wird mit Hilfe des Wagmanometers experimentiell bewiesen. Es ergiebt sich hieraus, dass ein Ballon Auftrieb hat, sobald das Gewicht der verdrängten Luft grösser als sein Eigengewicht ist. Die Grösse des Auftriebs wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$(1) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad A = V(d - d') - G.$$

Darin bedeutet

V das Volumen des Ballons in Metern,
d die Dichte der Luft = 1,293187 kg,
d' die Dichte des Füllungsgases, für Leuchtgas im Mittel = 0,6432 kg,
G das Eigengewicht der aërostatischen Maschine.

Mit dem Kleinerwerden von d' und G wird der Auftrieb wachsen, die Tragfähigkeit des Ballons vermehrt. Will man mit dem Aërostaten eine bestimmte Höhe erreichen, so bedarf es einer genauen Feststellung des Eigengewichtes incl. Ballast, Luftschiffer und Nutzlast, welches sich aus der Gleiehung ergiebt:

$$(2) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad G = V(d - d')\frac{b}{760},$$

darin bedeutet b den Barometerstand der betreffenden Höhe in Millimetern.

Die verschiedenen Barometerstände sind zum Zwecke von Höhenmessungen vielfach in hypsometrischen Tabellen zusammengestellt. Die

hierbei beobachtete Genauigkeit, welche sich in der Einführung von Feuchtigkeits-, Breiten- und Schwere-Correctionen kund thut, kann der Aëronaut nicht befolgen. Für ihn genügt die normale Höhenberechnung mit Hinzuziehung der Temperatur-Correction.

Für die Berechnung der Barometerstände ist hier die von Schreiber[1]) umgeformte Rühlmann'sche Formel zu Grunde gelegt.

Danach ist:

$$h = 18429{,}1 \log \frac{760}{b}.$$

Die folgende Tabelle bietet eine Zusammenstellung verschiedener Seehöhen, aus denen durch Interpolation leicht die Zwischenwerthe zu ermitteln sind.

I.

Tabelle der normalen Seehöhe.

b	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*	*b*	*h*
760	0,0	670	1008,8	580	2163,3	490	3512,8
750	105,9	660	1129,1	570	2302,6	480	3677,9
740	213,4	650	1251,4	560	2444,2	470	3846,4
730	322,4	640	1375,5	550	2588,4	460	4018,6
720	432,7	630	1501,5	540	2735,2	450	4294,5
710	544,6	620	1629,6	530	2884,9	440	4374,4
700	658,2	610	1759,8	520	3037,3	430	4558,3
690	773,3	600	1892,0	510	3192,7	420	4746,7
680	890,2	590	2026,5	500	3351,2	410	4939,6
						400	5137,2

Die Interpolation geschieht folgendermassen:

Angenommen es sei im Ballon beobachtet 646 mm Druck. Aus der Tabelle ergiebt sich:

640 mm = 1375,5 m
650 „ = 1251,4 „
10 „ = — 124,1 m
1 „ = — 12,41 „
6 „ = 6 × — 12,41 = — 74,46 m,

1) Handbuch der barometrischen Höhenmessungen v. Dr. Paul Schreiber, Weimar 1877.

folglich

$$646 \text{ mm} = 1375{,}5 - 74{,}46 \text{ m}$$
$$h = 1301{,}04 \text{ m.}$$

Diese Höhenermittlung muss weiterhin durch die Temperaturcorrection berichtigt werden. Hierzu ist es allerdings nothwendig, dass die Temperatur auf dem Erdboden $t_{,}$ und die im Ballon $t_{,,}$ aufgezeichnet sei.

Die Gleichung für die Höhenlänge $h_{,}$ des Ballons lautet dann:

$$h_{,} = h\,(1 + 0{,}00366 \,.\, t),$$

darin ist

$$t = \frac{t_{,} + t_{,,}}{2}.$$

Die nächste Tabelle wird ein leichtes Ablesen der Temperatur-Correction gestatten.

II.

Tabelle der Temperatur-Correctionen in der Höhe in Metern.[1])

t^{0} C.	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
5	18,3	36,6	54,9	73,2	91,5	109,8	128,1	146,4	164,7
10	36,6	73,2	109,8	146,4	183,0	219,6	256,2	292,8	329,4
15	54,9	109,8	164,7	219,6	274,5	329,4	384,3	439,2	494,1
20	73,2	146,4	219,6	292,8	366,0	439,2	512,4	585,6	658,8
25	91,5	183,0	274,5	366,0	457,5	549,0	640,5	732,0	823,5
30	109,8	219,6	329,4	439,2	549,0	658,8	768,6	878,4	988,2

Der Gebrauch der Tafel wird aus folgendem Beispiele ersichtlich werden:

$$b_{,} = 750 \text{ mm} \qquad t_{,} = 17{,}84$$
$$b_{,,} = 646 \text{ ,,} \qquad t_{,,} = 5{,}36.$$

Nach Tabelle I ist die Höhe für

$$b_{,} = 105{,}9 \text{ m}$$
$$b_{,,} = 1301{,}04 \text{ ,,}$$

demnach

$$h = 1195{,}14 \text{ ,,}$$

ferner ist

$$t_{,} + t_{,,} = 23{,}2^{0} \qquad t = 11{,}6^{0}.$$

1) Nach **Schreiber**, Handbuch der barometrischen Höhenmessungen.

Nun ist

		$t = 10^0$	$t = 15^0$.
$h =$ 1000	m	36,6	54,9
+ 100	„	3,66	5,49
+ 90	„	3,294	4,941
+ 5	„	0,183	0,2745
+ 0,1	„	0,0366	0,0549
+ 0,04	„	0,0014	0,00219
1195,14	„	43,7750	65,66259.

Für 1° C. würde sich daraus eine Differenz folgern von:

$$\frac{65,66 - 43,77}{5} = 4,38 \text{ m},$$

nnach ist

$$h_t = 43,77 + (1,6 \times 4,38) = 50,780 \text{ m}$$
$$h_, = 1195,14 + 50,78 = 1245,92 \text{ m}.$$

In Folge des vielfachen Wechsels von Luftdruck und Temperatur auch das von der Ballonhülle eingeschlossene Gasvolumen einer be-indigen Veränderung unterworfen. Diese äussert sich in einem rösserwerden bei Abnahme des Luftdruckes oder Zunahme der Tempe-tur und umgekehrt. Da die Hülle nur in geringem Grade einer Aus-hnung fähig ist, muss bei einer Vergrösserung des Gasvolumens ein erlust an Gas stattfinden, weil widrigenfalls Spannungen im Innern s Ballons geschaffen werden, denen die zur Hülle verwendeten Stoffe cht gewachsen sind. Die Spannung aus dem Luftdrucke kann mit it Hilfe des Mariotte- und Boile'schen Gesetzes bestimmt werden. anach verhalten sich die Volumina gepresster Gase umgekehrt wie die essenden Kräfte

$$\frac{V_{,,}}{V_,} = \frac{b'}{b''}$$

ler

$$V_{,,} = \frac{V_, b'}{b''}.$$

Die in Folge der Temperaturveränderung eintretende Spannung erechnet man nach dem Gay-Lussac-Dalton'schen Gesetz, wonach as Gas um $0,00375 = \frac{1}{273}$ seines Volumens bei einem Temperatur-ıwachs von je 1° C. zunimmt. Danach wird das Ballon-Volumen

$$V_, = V\left[1 + \frac{(t_{b,} - t_{b,,})}{273}\right].$$

$t_{b,}$ ist die Temperatur des Gases in Höhe des Barometerdruckes $b_,$, $t_{b,,}$ dasselbe in Höhe $b_{,,}$.

Setzt man den Werth in die vorige Gleichung ein, so erhält man:

$$V_{,,} = V\left[1 + \frac{(t_{b,} - t_{b,,})}{273}\right]\frac{b'}{b''}.$$

Da nun das Volumen der Ballonhülle (V) fast unveränderlich ist, muss eine Compression des Füllgases stattfinden. Ist d die Dichte des Gases unter normalen Verhältnissen, so findet man die gesuchte Dichte $d_{,,}$ aus der Gleichung

$$\frac{d_{,,}}{d} = \frac{V_{,,}}{V}$$

Für Wasserstoffgas ist $d = 0{,}0895$,
„ Leuchtgas $d = 0{,}6432$.

Aus der Dichte kann dann mit Hilfe des Mariotte'schen Gesetzes:

„Dichte und Spannung sind direct proportional dem Drucke“

der Druck, welchen die Hülle, wenn kein Gas entweichen könnte, auszuhalten hätte, bestimmt werden.

$$\frac{x}{760} = \frac{d_{,,}}{d} \qquad x = \frac{d_{,,}}{d} \cdot 760.$$

Das Resultat giebt den Druck im Millimeter Quecksilber an, woraus mit Hilfe des specifischen Gewichts des Quecksilbers, nach Regnault = 13,59593, der Druck in Kilogramm abzuleiten ist. Unsere Ballonstoffe können nur einer verhältnissmässig kleinen Spannung widerstehen. In Folge dessen muss der Ballon zum Ausgleich der äusseren und inneren Spannung unten geöffnet bleiben. Die Sicherheit gegen ein Platzen der Ballonhülle muss stets durch den Verlust von Füllgas erkauft werden.

Eine andere Quelle des Verlustes bildet für den Aërostaten die Diffusion, welche nicht allein an der Appendix-Oeffnung, sondern durch den Ballonstoff hindurch den allmähligen Ausgleich zwischen Füllgas und Luft vermittelt. Abhängig ist die Diffusion von der Dichte des Füllgases und der Dichtigkeit des Ballonstoffes. Für erstere gilt das von Graham aufgestellte Gesetz:

„Die Diffusionsgeschwindigkeit ist umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Dichte der Gase.“

Bei Wasserstoff ist demnach die Diffusion am stärksten.

Zur Compensation dieser Verluste ist die Mitnahme einer todten t, schlechthin „Ballast“ genannt, durchaus erforderlich. Aus dem a Erwähnten geht hervor, dass man ohne Ballast auszuwerfen allein ch die Erwärmung des Gases Auftrieb erhalten kann. Sinkt dann r der Ballon bei eintretender Abkühlung, so macht sich die Störung Gleichgewichts durch einen beschleunigten Fall sofort geltend. Der ch die Expansion erfolgte Gasverlust wird bei dem Zurückgehen des es auf die frühere Dichte sichtbar. Die Ballonhülle wird nicht mehr gefüllt, verdrängt weniger Luft wie vordem, hat also an Auftrieb oren. Um das Gleichgewicht wieder herzustellen, ist das Auswerfen r entsprechenden Masse Ballast nöthig.

Um nun zum Bau des Aërostaten überzugehen, ist es erforderlich wissen, welchem Zwecke er dienen soll. Hiernach richten sich: die hl der Ballontype, die Qualität des zu verwendenden Materials und fach noch specielle Einrichtungen. Man unterscheidet zwischen dem ballon und Warmluftballon oder Montgolfiere, zwischen dem freien l gefesselten Ballon. Für den Gasballon kann man wieder unteriedene Typen für die gebräuchlichen Füllungsgase aufstellen, weil es andere Eigenschaften besitzt, die von vornherein beim Bau der llonhülle berücksichtigt werden müssen. Zur Erläuterung der verhiedenartigen Anforderungen, welche aus dem Verwendungszweck rvorgehen, diene Folgendes:

Für den Kriegsdienst kann der Ballon gefesselt oder frei gebraucht erden, im letzteren Falle vielleicht auch als Montgolfiere. Man verngt aber von ihm, da er hier den Unbilden der Witterung fortwährend sgesetzt ist, das beste, dauerhafteste Material, und damit er überall ld bereit ist, eine möglichst schnelle Füllung, daher geringe Grösse nd leichtestes Füllgas.

Bei einem Postballon, wie er gleichfalls im Kriege verwendet wird, itt mehr eine genügende Tragfähigkeit in den Vordergrund. Er soll ne gewisse Last ausserhalb des vom Feinde beherrschten Gebietes, also eigenem oder in neutralem Lande, absetzen. Ausser der für die itzlast nöthigen Tragfähigkeit muss er eine ausserhalb der Wirkungshäre feindlicher Geschosse liegende Höhe erreichen können und ferner ch so viel Ballast-Vorrath mitnehmen, dass er in dieser Höhe bei em mittleren Winde nöthigenfalls über das Gebiet der feindlichen chtausdehnung hinwegfahren kann. Die Wissenschaft, zumal die teorologie will gewöhnlich Beobachtungen in sonst nicht leicht erreich-

baren Höhen anstellen. Der Constructeur muss beim Projectiren beachten, dass der Ballon fähig bleibt die verlangte Höhenlage zu erreichen und noch genügend Ballast übrig behält, um darin der Zeitdauer der Beobachtungen entsprechend verweilen zu können.

Ballons, die Sportzwecken dienen, haben keinen bestimmten Charakter; bei ihnen ist die in Frage kommende Absicht des Sportsman entscheidend.

Für Aërostaten, welche nur zur Befriedigung einer schaulustigen Menge, von Berufsluftschiffern gebraucht werden, sind allein ökonomische Rücksichten maassgebend. Ein kleiner Ballon, der nur eine Person zu tragen im Stande ist, ist für diesen Zweck das Rationellste. Am vortheilhaftesten ist für derartige Fahrten, welche man ja eigentlich nur als eine Vorführung des physikalischen Experiments des Auftriebes im Grossen betrachten kann, die Montgolfiere. Sie kann ohne erhebliche Mehrkosten auch so gross hergestellt werden, dass sie mehrere Personen mitzunehmen im Stande ist, und bietet für Zuschauer wie für die Mitfahrenden einen höheren Reiz, weil die Fahrt mit ihr viel gefährlicher ist. Die kurze Fahrtdauer eines solchen Ballons dürfte ferner ausreichend sein für den Genuss des herrlichen Ueberblicks und liegt weiterhin wieder im Interesse des Luftschiffers, weil der Rücktransport des Ballon-Materials hierdurch billiger zu stehen kommt. Der Altmeister der deutschen Berufsluftschiffer, Kirsch, hat in richtiger Erkenntniss dieser Verhältnisse stets den Heissluftballon angewendet.

Für gefesselte Ballons, wie sie in der letzten Zeit bei Ausstellungen fast niemals fehlen, empfiehlt es sich recht grosse und dauerhafte Aërostaten zu bauen. Ein solcher muss auch äusserlich den Schein der Gediegenheit tragen, um Allen, denen diese luftige Maschine etwas Neues ist, Vertrauen einzuflössen. Hierfür können die mustergiltigen Arbeiten Giffard's als Vorbild dienen.[1])

Die Ausarbeitung eines Projectes, welches allen Anforderungen des Verwendungszweckes entspricht, ist nur unter Benutzung verschiedener Erfahrungsdaten möglich. Leider sind solche Daten bisher in recht unvollkommener Weise gesammelt worden; daher können die hier folgenden Gewichtsangaben auch nur einen ungefähren Anhalt bieten.

Im Allgemeinen wählt man für den Ballon die Kugelform. Sie besitzt den Vorzug der Einfachheit, ist ferner für das eingeschlossene

---

1) S. Gaston Tissandier, Le Grand Ballon Captif à Vapeur de Henry Giffard, Paris 1878.

die günstigste und hat bei kleinster Oberfläche das grösste Volumen. Verhältniss zwischen Oberfläche und Volumen wächst mit dem ius zu Gunsten des letzteren, denn die Oberfläche nimmt im Quat, der Inhalt aber im Cubus zu. Um in bequemer Weise einen erblick über die Grössen und den Auftrieb von Gaskugeln zu eren, diene die folgende Tabelle:

Tabelle III.

Durchmesser $2r$ Meter	Umfang $2r\pi$ Meter	Volumen in Cubikmetern $\frac{4}{3} r^3 \pi$	Oberfläche in Quadratmetern $4 r^2 \pi$	Auftrieb in Kilogramm bei mittelschwerem Leuchtgas 1 cbm = 0,650 kg	Auftrieb in Kilogramm bei reinem Wasserstoffgas 1 cbm = 1,200 kg
0,25	0,7854	0,00818	0,1597	0,00532	0,00982
0,50	1,5708	0,06500	0,7854	0,042	0,078
0,75	2,3561	0,22089	1,767	0,144	0,265
1,00	3,1415	0,5236	3,142	0,340	0,628
1,25	3,9270	1,0227	4,909	0,665	1,228
1,50	4,7123	1,7671	7,068	1,149	2,120
1,75	5,4980	2,8062	9,621	1,824	3,367
2,00	6,2831	4,1888	12,561	2,713	5,027
2,25	7,0685	5,964	15,90	3,877	7,157
2,50	7,854	18,181	19,64	5,318	9,817
2,75	8,639	10,889	23,76	7,078	13,068
3,00	9,425	14,137	28,27	9,189	16.968
3,25	10,210	17,973	33,18	11,682	21,464
3,50	10,996	22,450	38,48	14,593	26,94
3,75	11,781	26,369	44,18	17,140	31,64
4,00	12,366	33.510	50,27	21,781	40,21
4,25	13,138	40,194	59,58	25,126	48,23
4,50	14,137	47,722	63,62	31,019	57,26
4,75	14,922	56,114	70,88	36,474	67,33
5,00	15,708	65,450	78.54	42,543	78,54
5,50	17,279	87,110	95,03	56,627	104,53
6,00	18,850	113,10	113,1	73,515	135,72
6,50	20,420	143,97	132,7	93,464	172,56
7,00	21,991	179,60	153,9	116,74	215,52
7,50	23,562	220,89	176,7	143,58	265,08
8,00	25,133	268,08	201	174,25	321,7
8,50	26,704	321,57	226,9	209,02	385,9
9,00	28,274	381,70	254,4	248	458
9,50	29,845	448,91	283,5	292	539

Durchmesser $2r$ Meter	Umfang $2r\pi$ Meter	Volumen in Cubikmetern $\frac{4}{3}r^3\pi$	Oberfläche in Quadratmetern $4r^2\pi$	Auftrieb in Kilogramm bei mittelschwerem Leuchtgas 1 cbm = 0,650 kg	Auftrieb in Kilogramm bei reinem Wasserstoffgas 1 cbm = 1,200 kg
10,00	31,416	523,60	314,1	340	628
10,50	32,987	606,14	346,4	394	727
11,00	34,557	696,90	387	451	836
11,50	36,128	796,34	415,5	517	956
12,00	37,70	904,8	452,4	588	1086
12,50	39,27	1023,7	490,9	666	1228
13,00	40,84	1150,3	531	748	1380
13,50	42,41	1288,2	572,6	837	1546
14,00	43,98	1436,7	615,8	934	1724
14,50	45,55	1596,3	660,5	1037	1916
15,00	47,11	1767,1	706,9	1149	2120
15,50	48,70	1949,8	754,7	1268	2340
16,00	50,26	2144,6	804,2	1394	2573
17,00	53,41	2572	908	1672	3086
18,00	56,55	3054	1018	1985	3665
19,00	59,69	3591	1134	2334	4309
20,00	62,83	4189	1257	2723	5027

Die in obiger Tabelle angeführten Bruchtheile verlieren selbstverständlich für die Praxis ihre Bedeutung. Man könnte auch einwenden, dass die kleinen Durchmesser für Luftballons keinen Werth hätten, weil ihr geringes Volumen, ja nicht einmal die Fähigkeit besitzt, den Stoff zu tragen. Es findet sich indess öfter Gelegenheit, solche Grössen als Reservoirs (z. B. für Sauerstoff) anfertigen zu müssen und daher erscheint die Anführung dieser kleinen Kugelgrössen nicht als überflüssig. Für das fernere Projectiren muss zunächst aus der Höhe, welche der Ballon erreichen soll, das hierfür zulässige Gewicht nach Formel (2) ermittelt und mit dem in Anschlag gebrachtem Gewicht des Materials verglichen werden. Alle diese Berechnungen werden der Einfachheit halber unter Annahme von Normaltemperatur und -druck in Höhe des Meeresspiegels gemacht.

Man bedarf nunmehr eines Ueberschlages über die für die angenommene Ballongrösse zu erwartenden Gewichtsverhältnisse. Solcher lässt sich natürlich nur sehr annährend ermitteln, wenn nicht praktische Versuche bereits ein bestimmtes Material geschaffen haben, und auch

dann noch sind die Zahlen entsprechend den verschiedenen Ballongrössen einem Wechsel unterworfen. Folgende Gewichte sind demnach zu bestimmen:

Gewicht der Hülle mit Netz.
„ des Ventils.
„ des Trageringes.
„ des Korbes.
„ des Ankers und event. Schlepptaues.
„ des Ballastes.
„ der Nutzlast.

Man rechnet:

ungefirnisste Hülle pro Quadratmeter { Seide = 40 bis 80 gr[1]) / Baumwolle = 100 bis 125 „

Dabei muss berücksichtigt werden, dass man die obere Kugelcalotte, $= \frac{h^2 \pi}{3}(3r - h)$ aus doppeltem Stoffe verfertigt, weil hier, durch den Druck des Traggases die Hülle am meisten angestrengt wird. Je grösser der Ballon wird, desto dauerhafter muss ferner die Hülle gemacht werden. Bei solchen von über 1500 cbm Volumen thut man gut, den Stoff durchwegs doppelt, am oberen Theile aber drei- bis vierfach zu nehmen. Der Firniss, vierfach aufgestrichen, vermehrt das Gewicht um rund 300 gr pro Quadratmeter.[1])

Für das Netz ergeben sich 100 gr pro Quadratmeter[1]):

Ventil je nach Grösse und Construction . .	10	bis	20	kg
Ring desgl.	3	„	10	„
Korb aus Weide und Rohr pro Quadratmeter	6	„	8	„[2])
Anker	10	„	40	„
Ankertau, Schlepptau, Zubehör u. s. w. rund	80	„	100	„

Die Ballastmenge (p), welche nothwendig ist, um gefahrlos aus der zu Grunde gelegten Höhe herunter zu kommen, wird nach Poitevin aus folgender von Glaisher und Flammarion aufgestellten Formel berechnet:

$$p = Vd \cdot \frac{h'}{h} - Vd \frac{h'}{h} \left\{ \frac{1 - 55\left(1 - \frac{h'}{h}\right)}{273} \right\}.$$

1) Die Zahlen sind nach Yon, Duté Poitevin, Bertaux, Mansfield u. a. zusammengestellt.

2) Yon rechnet Weide 5 kg, Rohr 10 kg pro Quadratmeter.

Darin ist:

V das Volumen des Ballons,

d die Dichtigkeit der Luft in Höhe des Meeresspiegels bei ⁽
und 760 mm Druck = 1,2932 kg,

h' der Barometerdruck in der höchsten Höhe,

h = 760 mm Druck.

Endlich ist noch die Nutzlast und das Gewicht des Luftschi in Betrachtung zu ziehen. Vergleicht man die gewonnenen Resultat wird aus ihnen annähernd ersichtlich werden, ob das gewählte Volu die erwünschte Höhe erreichen kann. Nach Entscheidung dieser F darf erst die eigentliche Construction beginnen. Es wird nun entw das Volumen oder der Radius als abgerundete Zahl zu Grunde gel letzteres dürfte vorzuziehen sein, weil die Rechnung dadurch erleich wird und es in der Praxis bei grossen Ballons nicht so genau darauf kommt, ob sie einige Cubikmeter mehr oder weniger an Fassungsvermö besitzen. Die Berechnung der Schablone zum Zuschneiden des Sto für die Ballonbahnen geschieht in folgender einfacher Weise. Die Br der Bahnen am Aequator des Ballons ergiebt sich aus der Breite Stoffes. Oekonomische Rücksichten können häufig dazu führen, dass genaue Ballon Durchmesser hiervon abhängig gemacht wird, indem Stoffbreite nach Abzug des Rechts und Links auf die Nähte Abfallen mit dem projectirten Umfang, wie er sich aus dem zu Grunde geleg Radius ergiebt, stimmig gemacht wird, d. h. der Umfang wird als Vielfaches der Stoffbreite festgesetzt und demgemäss die Kugel ein we vergrössert oder verkleinert. Selbstredend muss dann die ganze weit Berechnung auf Grund des neu entstandenen Radius geschehen. Länge der Schablone für die halbe Bahn ist gleich dem vierten T des Umfanges, also:

$$= \frac{2\, r\, \pi}{4} = \frac{r\, \pi}{2}.$$

Die grösste Breite der Bahn am Aequator des Ballons ist n Bahnen

$$= \frac{2\, r\, \pi}{n}.$$

Um die allmählige Breiten-Abnahme nach Oben hin zu fin muss man sich parallel zur Ebene des Ballon-Aequators mehrere Schı (AA', BB'. CC' u. s. f.) durch die Kugel gelegt denken. (**Fig. 1, Tafe** Diese werden nach Oben immer kleinere Kreise ergeben. Die Ra

, r_3 u. s. f.) einer beliebigen Anzahl solcher Kreise müssen berechnet en. Der Einfachheit wegen empfiehlt es sich eine in 90 aufgehende hl zu wählen, da die Schablonenlänge den Bogen eines rechten els darstellt. Die Radien der Kreis-Umfänge sind dann:

$$r_1 = r \,.\, cos\ \alpha$$
$$r_2 = r \,.\, cos\ 2\,\alpha$$
$$r_3 = r \,.\, cos\ 3\,\alpha \text{ u. s. f.}$$

Die Breite der Bahn in den verschiedenen Kreisen bestimmt sich einfach durch den Umfang derselben dividirt durch die Zahl (n) Bahnen also $= \frac{2\,r_1\,\pi}{n}$ u. s. f. Man misst jetzt zur Herstellung der ıblone auf der hingezeichneten bekannten halben Länge der Bahn ı so viele gleiche Abschnitte ab, wie der rechte Winkel Theile hatte trägt senkrecht zu dieser Linie in der richtigen Reihenfolge nach hts und Links je eine Hälfte der gefundenen Bahnbreiten ab. Werden Endpunkte dieser Linien von der Breite nach der Spitze verbunden, st die Schablone für die halbe Bahn fertig.

Die Abnahme der Breiten unterliegt bei der Kugelform einer beimmten Gesetzmässigkeit. Die Umfänge verhalten sich wie die ien. Setzt man demnach den Radius des grössten Kreises einer gel = 1, so ergiebt sich aus dem Verhältniss dieses zu denen der neren Umfänge eine Reihe von Quotienten, welche die Berechnung er beliebigen Schablone für einen Kugelballon durch einfache Multiation zulassen. In der folgenden Tabelle ist eine Reihe solcher ammengestellt, bei denen die Umfänge um 3° von einander entfernt gen.

Tabelle IV.

0° = 1,0000	33° = 0,8387	66° = 0,4067
3° = 0,9986	36° = 0,8090	69° = 0,3584
6° = 0,9945	39° = 0,7771	72° = 0,3090
9° = 0,9877	42° = 0,7431	75° = 0,2588
12° = 0,9781	45° = 0,7071	78° = 0,2079
15° = 0,9659	48° = 0,6691	81° = 0,1564
18° = 0,9511	51° = 0,6293	84° = 0,1045
21° = 0,9336	54° = 0,5878	87° = 0,05234
24° = 0,9135	57° = 0,5446	90° = 0,00000
27° = 0,8910	60° = 0,5000	
30° = 0,8660	63° = 0,4540	

Beispiel:

Beträgt die grösste Breite der Bahn nach Abrechnung des Nahtstoffes 1 m und soll ein Ballon von 500 cbm Inhalt gebaut werden, so ist zunächst nöthig den Radius dieses Ballons zu suchen.

Es ist

$$\frac{4}{3} r^3 \pi = 500$$

$$r^3 = \frac{3 . 500}{4 \pi} = \frac{375}{\pi}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{375}{\pi}} \qquad \log r = \frac{1}{3} (\log 375 - \log \pi)$$

$$\log 375 = 2{,}57403$$
$$\log \pi = 0{,}49715$$
$$2{,}07688 : 3 = 0{,}69229$$
$$r = \text{Num} . \log 0{,}69229 = 4{,}924 \text{ m.}$$

Der Umfang $2 r \pi$ ist demnach

$$2 . 4{,}9 . 3{,}1415 = 30{,}94 \text{ m.}$$

Da die fehlenden 0,06 m für die Praxis nicht in Betracht kommen, kann man auf 31 Bahnen rechnen. Die Länge der Schablone ist $\frac{31}{4} = 7{,}75$ m. Theilt man diese z. B. in 10 Theile, so wird jeder 0,775 m gross. Auf der Längenlinie errichtet man nun in den Theilpunkten Senkrechte und theilt auf diesen nach Rechts und Links ab: (Vergl. **Fig. 2, Taf. I.**)

Auf 0,000 m = $\frac{1}{2}$ = 0,50 m

„ 0,775 „ = $\frac{0{,}9877}{2}$ = 0,493 „

„ 1,550 „ = $\frac{0{,}9511}{2}$ = 0,475 „

„ 2,325 „ = $\frac{0{,}8910}{2}$ = 0,445 „

„ 3,100 „ = $\frac{0{,}8090}{2}$ = 0,404 „

„ 3,875 „ = $\frac{0{,}7071}{2}$ = 0,353 „

„ 4,650 „ = $\frac{5878}{2}$ = 0,293 „

$$\text{Auf } 5{,}425\text{ m} = \frac{4540}{2} = 0{,}227\text{ m}$$

$$\text{„ } 6{,}200 \text{ „} = \frac{0{,}3090}{2} = 0{,}154 \text{ „}$$

$$\text{„ } 6{,}975 \text{ „} = \frac{0{,}1564}{2} = 0{,}078 \text{ „}$$

$$\text{„ } 7{,}75 \text{ „} = 0 = 0 \text{ „}.$$

Die Schablone wird aus festem dauerhaftem Papier hergestellt. Die Breite des auf die Nähte fallenden Stoffes ist vor dem Ausschneiden mit anzuzeichnen. Man rechnet auf 2 bis 3 cm für jede Bahnseite. Soll der Ballon nach Unten kegelförmig oder birnenartig in den Appendix oder Anhängsel verlaufen, so muss die Schablone entsprechend geändert werden. Man erreicht dies auf die einfachste Weise, indem man die Form im verjüngten Maassstabe auf dem Reissbrett construirt. Die aus der Zeichnung abgegriffenen Radienlängen besitzen, wenn der Maassstab nicht zu klein ist, eine hinreichende Genauigkeit. Wer sonst eine eigenartige Ballonform wählen will, oder sich auf das viele Rechnen bei der Kugelform nicht einlassen möchte, kann auch hierfür diese praktische Methode anwenden. Es ist auch zweckmässig in derselben immer diejenigen Leute zu unterrichten, deren Rechenkünste nicht über das 1 × 1 hinaus gehen. Man zeichne den Ballon zunächst im verjüngten Maasstabe (z. B. 1 : 250, 1 m = 0,04 m) sehr sauber in der gewünschten Form im Aufriss, theile die Kreislinien (s. **Fig. 1, Tafel I**) (andere Krümmungen dürfen in diesem Falle nicht genommen werden) mit Hilfe des Transporteurs in gleiche Theile und fälle von den Theilpunkten Lothe auf die senkrechte Achse des Ballons. Mit dem Zirkel kann man nun die verschiedenen Radienlängen aus der Zeichnung abgreifen und mit Hilfe des Maassstabes in Zahlenwerthen feststellen. In gleicher Weise kann man von einer Bahnhälfte den Grundriss zeichnen und erhält auf dieser die Breite der Schablone in gleichen Abständen, sobald innerhalb des Bahnensectors mit den durch den Aufriss erhaltenen Radien r_1, r_2, r_3 u. s. f. die Bogen geschlagen werden (s. Fig. 1 $NB'A'$). Diese Breiten sind dann allerdings in Kreisbogentheilen gegeben. Um ihre Längen auf gerade Linien zurückzuführen, bedarf es einer Messung des Winkels der Bahn im Grundriss; er sei $= \alpha^0$.

$$\text{Dann ist der Bogen} = \frac{r \,.\, 3{,}1415 \,.\, \alpha^0}{180^0} \text{ Meter.}$$

In dieser Formel brauchen also nur für α und r die aus der Zeichnung sich ergebenden Werthe eingesetzt zu werden.

Appendix.

Der Construction des Appendix (Anhängsel) muss eine bestin Betrachtung zu Grunde gelegt werden. Sein Zweck ist, sowohl die führung des Traggases zu bewirken, als auch den durch die in Gasausdehnung nothwendigen Gasausfluss zu vermitteln. Endlich er auch dazu dienen, dass man den Ballon innerlich revidire und forderlichen Falls ihn vollständig umkehre. Für die Einführung Traggases braucht man keine Bedenken zu berücksichtigen. Für zweiten Punkt aber muss überlegt werden, ob der Durchmesser Halses weit genug sei, um bei einer maximalen Steiggeschwindig das nöthige Gasquantum herauslassen zu können. Widrigenfalls wı eine innere Spannung eintreten und den Ballon zum Platzen brin Hierüber sind im Jahre 1879 zu Chalais eingehende Versuche gem worden. Man fand auf empirischem Wege unter Anwendung gr Kugelballons für den Luftwiderstand beim Aufsteigen die Formel

$$(3) \ldots \quad W = 0{,}0255 \, \frac{h}{760} \, D^2 v^2 \text{ Kilogramm.}$$

Darin bedeutet:

D den Durchmesser des Ballons,

v die Geschwindigkeit der Bewegung,

und h den Barometerstand im Millimeter Quecksilber.

Capitän **Renard** legt als Maximal-Geschwindigkeit diejenige Grunde, welche der Ballon bei einem plötzlichen Gewichts-Verlust 100 kg (etwa einem Fallschirm mit einer Person entsprechend) annii Setzt man $h = 760$ so ergiebt sich $W = 0{,}0255 \, D^2 v^2$ und w $W = 100$

$$v = \sqrt[2]{\frac{100}{0{,}0255 \, D^2}}.$$

Damit wäre für die Geschwindigkeit in den dichtesten un Luftschichten der Ausdruck für v gefunden. Es muss nun ferner Schnelligkeit der Volumen-Veränderung eines steigenden oder fallei Aërostaten bestimmt werden. Das specifische Gewicht der Luft ist Bei einer Geschwindigkeit von v Meter wird der Druck auf den Qua meter entsprechend $\frac{d \cdot h \, v}{760}$ Kilogramm resp. Millimeter Wasser. In I des Meeresspiegels ist der Druck bei 0° C. $= 760 \times 13{,}596 = 10332{,}96$

ısser. In Höhe der Gleichgewichtslage des Ballons demnach 10332,96 ₒ oder abgerundet $= 10333 \frac{h}{760}$.

Die Veränderung des Volumens sei $= \alpha$, dann verhält sich

$$\frac{\alpha}{V} = \frac{\frac{d \cdot h \cdot v}{760}}{10333 \frac{h}{760}},$$

·r

$$\alpha = \frac{d \cdot v}{10333} \cdot V,$$

n ist

$$d = 1{,}2932 \qquad \alpha = \frac{v \cdot V}{7989}$$

·r abgerundet

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \alpha = \frac{v\,V}{8000}.$$

Zunächst muss nun die Schnelligkeit, mit welcher das sich aus-hnende Gas aus dem Ballonhals ausfliesst, berechnet werden. Es ist ır, dass sie von der Oeffnung des letzteren abhängig sein muss, wenn › innere Spannung ein gewisses Maass nicht überschreiten darf.

Bezeichnet man

den Schnitt der Oeffnung mit ς,
die Schnelligkeit des Gasaustritts mit c

ist:

$$C = \frac{\alpha}{\varsigma} = \frac{v\,V}{8000\,\varsigma},$$

·nn man den Werth für v einsetzt, der sich aus Formel

$$(3) \quad W = 0{,}0255 \frac{h}{760} D^2 v^2$$

·giebt:

$$v = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{W}{0{,}0255 \cdot \frac{h}{760}}}$$

·der

$$v = \frac{6{,}262}{D} \sqrt{\frac{W \cdot 760}{h}}$$

so erhält man:

$$C = \frac{V}{8000\,\varsigma} \cdot \frac{6{,}262}{D} \sqrt{\frac{W \cdot 760}{h}}$$

oder

$$C = \frac{V}{D \cdot \varsigma} \cdot \frac{6{,}262 \cdot \sqrt{760}}{8000} \cdot \sqrt{\frac{W}{h}}$$

$$= \frac{V}{D \cdot \varsigma} \cdot 2{,}161 \sqrt{\frac{W}{h}}$$

nun ist

$$\frac{V}{D} = \frac{\frac{4}{3} r^3 \pi}{2r} = \frac{2}{3} r^2 \pi,$$

folglich

$$C = 2{,}161 \frac{2 r^2 \pi}{3 \varsigma} \sqrt{\frac{W}{h}}$$

oder nach weiterer Ausführung der Rechnung

(5) . . . . . $$C = 4{,}525 \frac{r^2}{\varsigma} \sqrt{\frac{W}{h}}.$$

Die Formel besagt demnach, dass der Querschnitt des Appendixes immer in demselben Verhältniss zum Radius stehen muss, sofern eine gleiche Austritts-Geschwindigkeit des Gases für alle Ballons zu Grunde gelegt wird. In Worten lautet das von **Renard** aufgestellte Gesetz:

Die Ausflussgeschwindigkeit des Gases ist proportional dem Quadrat des Ballon-Radius, umgekehrt proportional dem Querschnitt des Appendixes, proportional der Quadratwurzel aus der Gleichgewichtsstörung und umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus dem Luftdruck. Setzt man für ς den Werth $\rho^2 \pi$ ein, so vereinfacht sich die Formel weiterhin und man erhält:

$$C = 4{,}525 \frac{r^2}{\rho^2 \pi} \sqrt{\frac{W}{h}}$$

oder

(6) . . . . . . $$C = 1{,}4405 \frac{r^2}{\rho^2} \sqrt{\frac{W}{h}}.$$

Zur Ermittelung des Druckes (p), welchen das ausfliessende Gas auf den Appendix ausübt, benutzt man die Gleichung:

$$p = \frac{d' C^2}{2g}.$$

d' ist das specifische Gewicht des Traggases; unter dem Druck $\frac{h}{760}$ mm ist es $\frac{h}{760} \cdot d'$. Setzt man dann den Werth von C ein, so entsteht:

$$p = \frac{d'}{2g} \cdot 1{,}4405^2 \left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \frac{W}{h}$$

d. i.

$$p = \frac{d' . h}{2g \, . \, 760} \cdot 1{,}4405^2 \left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \frac{W}{h}$$

nach Ausführung der Zahlenrechnung:

$$p = 0{,}0000000139 \, d' \, W \left(\frac{r}{\rho}\right)^4$$

Wenn $\rho = \frac{r}{10}$ gemacht wird, soll der Appendix allen an ihn gestellten Anforderungen entsprechen können. Als Länge wird gewöhnlich der dreifache Durchmesser angenommen.

Um zur Füllung und ferner zur Revision des inneren Ballons während der Fahrt den Appendix geöffnet zu erhalten, wird ihm ein Holz- oder leichter Metallring eingenäht. Man setzt letzteren gewöhnlich dort, wo der Appendix sich an den Kugelballon ansetzt ein und versieht ihn mit einigen Halteschnüren. Letztere werden an dem Ballonring festgebunden. Ihre Wichtigkeit tritt besonders bei stürmischen Landungen hervor. Sind die Schnüre nicht stark genug, so pflegen sie regelmässig bei einer Schleiffahrt zu reissen. Die Ballonhülle bauscht sich alsdann als mächtiges Segel auf und lässt ein Ende der schrecklichsten Fahrt gar nicht absehen. Besitzen sie dagegen die nothwendige Festigkeit, so wird der Sturmwind unter der Voraussetzung, dass das Ventil geöffnet bleibt, selbst dazu beitragen, das Traggas möglichst schnell aus dem Ballon herauszudrücken. Das Ende des Ballonhalses mittelst eines Ventils zu verschliessen, ist bei freien Ballons nicht nothwendig. Bei gefesselten Ballons wird man dagegen gut thun, ein solches einzurichten. Der beständige Winddruck und die öfteren Schwankungen, die ein solcher Ballon erleidet, machen ihn sonst bald dienstunfähig. Dabei ist ein Sicherheits-Ventil nothwendig, welches bei bestimmten innerem Druck sich von selbst öffnet, um einer Zerstörung des Ballons vorzubeugen. Vielleicht dürfte zur Vermeidung des hierdurch hervorgerufenen Gasverlustes die Meusnier'sche Luftblase in Verbindung mit einem Ventilator, auch in diesem Falle noch einmal eine Rolle spielen. Der Wind ist fast nie constant in seiner Stärke. Dies ergiebt sich schon aus dem fortwährenden Pendeln eines gefesselten Ballons an etwas windigen

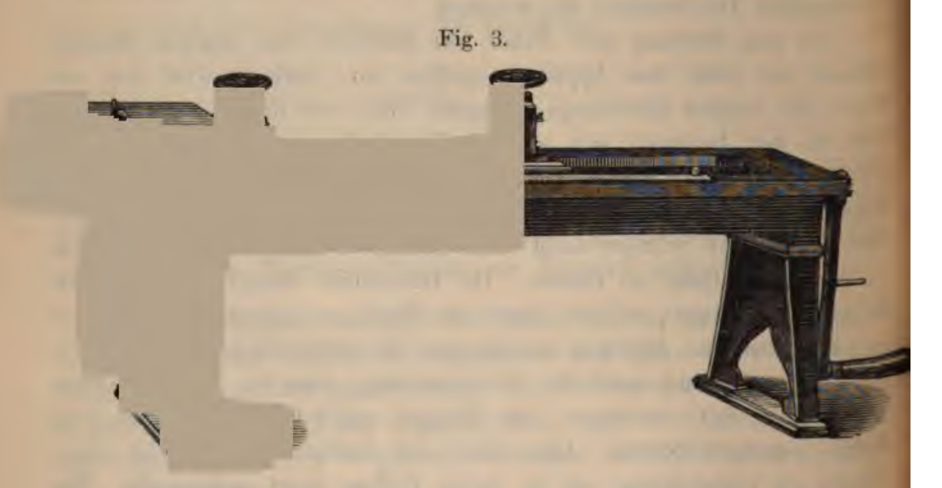
Tagen. Unter diesen Verhältnissen würde vielleicht ein permanent arbeitender Ventilator und eine ebenfalls mit Sicherheits-Ventil versehene innere Luftblase oftmals vortheilhaft zu Statten kommen.

---

2. Der Ballonstoff.

Im Allgemeinen lässt sich jedes Gewebe, welches die nöthige Festigkeit, Dichtigkeit und Leichtigkeit hat, als Stoff für den Ballonbau verwerthen. Zur Prüfung des Stoffes zählt man zunächst die auf einen Quadratcentimeter befindliche Anzahl Fäden in Schuss und Kette; dann bringt man einen Streifen von bestimmter Länge und Breite in die Perreau'sche Zerreissmaschine. (Fig. 3.)

Fig. 3.



Auf dieser schon von Giffard angewandten Maschine [1]) wird die Dehnbarkeit und Haltbarkeit des Gewebes ermittelt. Zur Erreichung möglichst genauer Resultate ist es vortheilhaft, mehrere derartige Versuche zu machen und zwar gleich viele in Richtung der Kette und des Schusses. Die Dichtigkeit kann eigentlich erst nach dem Firnissen geprüft werden. Einige Vorbedingungen für eine grosse Dichtigkeit liegen indess auch in der Structur des Stoffes. Vor allem ist es gut, wenn

---

1) Zu beziehen durch das mechanische Institut von A. Bonsack, Berlin, Engelufer 17.

r recht eng und gleichmässig geschlagen ist, demnach auch möglichst gleich grosse Poren zeigt, sobald man ihn gegen das Licht hält. Um das Gewicht festzustellen, misst man die Stoffballen genau aus und wiegt sie. Auf diese Weise lässt sich ein annähernd richtiger Mittelwerth finden. Bei Stoffproben muss der kleineren Grössen halber das Gewicht mit doppelter Sorgfalt unter Zuhülfenahme einer chemischen Waage festgestellt werden. Auf Grund von Proben bestellter Stoff muss vor der Abnahme nach allen Richtungen hin wieder untersucht werden. Schliesslich sind noch die ganzen Ballen auf überall gleichmässige Stoffbreite und auf Webefehler zu revidiren. Die für Gasballons gewöhnlich zur Anwendung gelangenden Gewebe sind Pongheeseide und Percale. Beide Stoffe sind in ihren Eigenschaften von einander etwas abweichend. Seide ist äusserst fest und leicht, aber dem Brüchigwerden ausgesetzt und sehr theuer, Baumwolle hat erstere Eigenschaften in geringerem Grade, besitzt dafür aber den Vorzug der Wohlfeilheit. Die Gründe für die erhöhte Festigkeit der Seide liegen wohl einmal in der grösseren Zähigkeit der Substanz (Fibroïn gegenüber Cellulose), dann aber weiterhin in der Structur der Fäden. Der Cokonfaden ist 0,013—0,026 mm dick, bleibt sich in seiner Stärke überall gleich, besitzt eine bedeutende Länge und den Querschnitt eines abgeplatteten Kreises. Das Haar der Baumwolle verjüngt sich dagegen nach beiden Enden, seine grösste Breite liegt beinahe in der Mitte und variirt zwischen 0,02 und 0,04 mm. Unter dem Mikroskop erscheint es als glattes, schraubenförmig gedrehtes Band; seine Länge schwankt zwischen 2,5 und 6 cm.

Die in der Militär-Aëronauten-Werkstatt zu Chalais bei Paris verwendete Pongheeseide wird nach einem von Hureau de Villeneuve angegebenen besonderen Verfahren fabricirt. Nach Poitevin liegt der Stoff 0,441 m in maximo breit und wiegt 1 Quadratmeter = 0,80 gr. Die allgemeinen, einer Ueberschlags-Rechnung zu Grunde zu legenden Zahlen sind bereits erwähnt worden, es erübrigt hier nur noch des Preises zu gedenken. Ein Meter gute Lyoner Seide kostet 10 bis 15 Francs, d. h. 8 bis 12 ℳ, Percale dagegen nur 1 bis 2 ℳ. Ausser diesen beiden Geweben ist auch die Goldschlägerhaut als Ballon-Material verwendet worden. Die relative Festigkeit und Leichtigeit derselben lässt nichts zu wünschen übrig; vor Feuchtigkeit muss sie aber geschützt werden. Der Ballon aus Goldschlägerhaut muss anstatt genäht geklebt werden, eine Arbeit, die zwar technisch ausführbar, indess mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein soll. Der Luftschiffer Dupuis Delcourt ist im Jahre 1831 mit einem derartigen aus 20000 Häutchen

gefertigten Ballon aufgestiegen.[1]) Neuerdings sind wieder die englischen Militärballons aus Goldschlägerhaut hergestellt worden[2]). Aluminium[3]) oder irgend ein anderes Blech als Ballonhüllenstoff zu verwerthen, ist nicht praktisch durchführbar. Ein von Dupuis Delcourt im Verein mit Marey Monge[4]) 1831 unternommener Versuch, einen Ballon von 10 m Durchmesser aus dünnen Kupferblech herzustellen, führte zu den traurigsten Erfahrungen. Nach zweijähriger Arbeit war der Ballon so weit fertig, dass die innere Holzconstruction herausgenommen werden konnte. Dabei erwies er sich an vielen Stellen undicht; wenn nicht Tag und Nacht der Ventilator in Bewegung gesetzt wurde, sprangen die Löthstellen überall wieder auf. Man darf ebenso wenig vom Aluminiumblech erwarten, abgesehen davon, dass man sich erst eine Vorstellung darüber schaffen muss, mit welchen Unbequemlichkeiten die Behandlung eines derartigen grossen dünnen Blechkörpers zusammenhängt. Eher erscheint es möglich, bei lenkbaren länglichen Ballons die vordere Spitze, damit sie mehr Steifigkeit erhalte, mit Metallblechkappen zu versehen, welche den Stoff schützend überziehen.[5])

Für kleinere Signalballons kann man endlich sich des Papiers mit Vortheil bedienen.[6]) Je grösser der Ballon ist, desto kräftiger muss der Ballonstoff sein, um kleinen Differenzen zwischen innerem und äusserem Drucke widerstehen zu können. Marey Monge sagt, dass der innere Druck in einem Ballon im geraden Verhältnisse zu seiner Oberfläche stehe. Folglich können kleine Ballons, bei denen die Oberfläche im Verhältniss zum Volumen sehr gross ist einen erheblich stärkeren inneren Druck ertragen. Marey Monge machte, als er mit Dupuis Delcourt zusammen den Ballon aus Messingblech baute, hierüber einige Experimente. Er fertigte einen kleinen Messingblechballon von 1 m Durchmesser und prüfte ihn auf den inneren Druck. Als das Quecksilber-

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. III.

2) Ein im Jahre 1885 von Debayeux in Cherbourg gebauter angeblich lenkbarer Luftballon von 3000 cbm Volumen, soll ebenfalls aus Goldschlägerhaut hergestellt worden sein. Der Aërostat kostete in Summa 200,000 Frcs. (S. La Navigation Aérienne par. G. Tissandier, Paris 1886.)

3) Dupuis Delcourt, Manuel p. 163.

4) Vergl. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. II, S. 282; Bd. IV, S. 149. — L'Aéronaute 1872, p. 123.

5) L'Aéronaute 1882, p. 25 und Machine Aérienne Dirigeable par A. J. Sanson. Paris 1833.

6) Archiv für Artillerie und Genie. Jahrg. 1884.

anometer 0,20 m Druck anzeigte, zerplatzte der Ballon. Hieraus be-chnete er den Druck, welchen der grosse Ballon von 10 m Durch-esser ertragen könnte. Die Oberfläche des kleinen Ballons war 3,14 qm, ie des grossen 314 qm. Daraus ergab sich:

$$314 : 3{,}14 = 0{,}20 : x$$
$$x = 0{,}002 \text{ m}.$$

Empfehlenswerth erscheint es, jeglichen Ballonstoff in dieser Weise zu prüfen. Einer ganz besonderen Anstrengung ist das Material der gefesselten Ballons unterworfen. Sie haben mitunter einem äusseren Drucke von über 100 kg per Quadratmeter zu widerstehen. Dass sie einen solchen auszuhalten vermögen ist nicht wahrscheinlich. Thatsächlich sind die meisten durch starke Sturmwinde zerstört worden [1], wenn nicht ihre Fesselung zuvor zerriss. [2] Das Platzen eines freien Ballons in der Luft kann nur die Folge eines schlechten Materials, einer mangelhaften Construction, oder einer etwas ungeschickten unerfahrenen Leitung sein.

Zuschneiden und Nähen.

Der Ballonstoff wird auf einer möglichst langen ebenen Fläche ausgebreitet, ohne dass er irgendwie durch Zug ausgedehnt wird. Die Schablone wird darauf mit Berücksichtigung möglichster Sparsamkeit bezüglich des Stoffabfalls aufgelegt und mit Buntstift abgezeichnet. Vortheilhaft ist es, an bestimmten Punkten, nach dem Vorschlage des Ingenieur Meierhofer, kleine Marken an sämmtliche Bahnen zu machen; diese dienen beim Zusammennähen gewissermassen als Controle für das Zusammentreffen der richtigen Bahnenbreiten.

Das Nähen selbst kann auf der Maschine oder mit der Hand bewerkstelligt werden. Viele Luftschiffer ziehen das letztere vor, weil beim Maschinennähen leicht ein Stich ausfallen kann; letzteres passirt besonders häufig, wenn das Dichten der Hülle durch Gummiren derselben hergestellt ist. Das Verbinden der Bahnen geschieht mittelst der Doppelsteppstichnaht. Selbstverständlich ist hierzu nur beste Nähseide oder fester Hanfzwirn anzuwenden. Die Stiche dürfen nicht zu eng liegen; man rechnet auf den Centimeter 4 bis 5. Gewöhnlich pflegt man zunächst die Bahnen vollständig fertig zu machen, denn wie leicht ver-

---

1) Giffard's 1878; Tissandier's „Jean Bart“ bei der Loirearmee 1871.
2) Ballon captif zu London 1869 und der der Wiener Weltausstellung 1883.

ständlich, werden sie aus ökonomischen Rücksichten stets zu mehreren Stücken zugeschnitten, wobei jedesmal auf den für die Naht entfallenden Stoffstreifen von 2—3 cm Breite zu rücksichtigen ist. Nach dem Fertigstellen der Bahnen beginnt das Zusammennähen der Kugel. Je weiter die Arbeit fortschreitet, desto schwieriger wird es, mit der Maschine daran zu arbeiten. Der sich anhäufende Stoff ist beinahe gar nicht mehr von dem Arbeiter zu bewältigen, daher ist es rathsam, den letzten Theil der Arbeit stets mit der Hand nähen zu lassen; man verliert dabei nicht viel Zeit.

Einige Luftschiffer setzen ihren Ballon nicht Bahnenweise, sondern in Zonen zusammen. Sie legen dabei die von oben nach unten gleichlaufenden Nähte absichtlich so, dass sie nicht aufeinander stossen, weil nach ihrer Behauptung hierdurch eine gewisse Sicherheit gegen ein vollständiges Zerreissen des Ballons bei irgend welcher Havarie gewährleistet wird. Eine überflüssige Vermehrung der Nähte vergrössert das Gewicht der Hülle und verringert ihre Dichtigkeit.

Das Dichten der Hülle.

Die Gasdichtigkeit der Hülle ist auf die verschiedenste Art probirt worden und lässt trotzdem immer noch viel zu wünschen übrig. Die am meisten gebräuchliche besteht in der Anwendung eines Trocken-Firnisses, dessen Hauptbestandtheil Leinöl ist. Jeder Luftschiffer hat hierfür sein Recept und pflegt das häufig als Geheimniss zu bewahren. An einen guten Firniss werden folgende Anforderungen gestellt:

1) Er muss die Diffusion von Wasserstoffgas durch den Stoff möglichst vollkommen beseitigen.

2) Der Stoff darf durch ihn nicht angegriffen werden.

3) Seine Biegsamkeit und Elasticität müssen sehr gross sein; er darf beim Falten keine Risse erhalten oder gar abblättern.

4) Er soll durch Wärme nicht klebrig, durch Kälte nicht spröde werden.

Reines Leinöl (huile de lin, linseed oil) wird aus dem Samen der Flachspflanze (Linum usitatissimum L.) gewonnen. Seine Verwendung als Firniss beruht auf seiner Eigenschaft, in dünnem Aufstrich der Luft ausgesetzt, zu verharzen. Es findet hierbei eine chemische Veränderung seiner Bestandtheile statt, indem es aus der Luft grosse Quantitäten Sauerstoff (Oxygen) aufnimmt. Die Oxydation führt, wenn man den gefirnissten Stoff nicht überall gut auseinanderlegt, zu grosser Erhitzung

d in Brand gerathen desselben. Mancher Ballon ist auf solche Weise rch Fahrlässigkeit oder Unerfahrenheit des Luftschiffers der Zerstörung heim gefallen. Während die normale Farbe bei reinem Leinöl und eissem bis geblichen Stoff eine goldgelbe ist, kennzeichnen sich übertzte Stellen als mehr oder weniger bräunliche Flecke. Selbstverständch ist der Stoff an solchen etwas angegriffen worden und wird kaum och die verlangte Probe der Festigkeit bestehen können. Rohes Leinöl gebraucht sehr lange Zeit, bevor sich die Oxydation und damit ein vollständiges Trocknen vollzogen hat. Aus diesem Grunde wird gewöhnlich gekochtes Leinöl zum Firnissen vorgezogen. Der Amerikanische Luftschiffer Wise berichtet, dass er nach fünfjährigen Erfahrungen auf diesen einfachsten Firniss zurückgekommen wäre. Er besitzt aber immer noch verschiedene unangenehme Eigenschaften. Einmal trocknet er verhältnissmässig langsam, ferner klebt er ganz bedeutend und das um so mehr, je wärmer er wird. Es kann daher vorkommen, dass ein mit solchem Firniss präparirter Stoffballon der den Mittagssonnenstrahlen ausgesetzt war und dann, ohne vorher in einem kühlen Raum ausgebreitet gelagert zu werden, sofort zusammengepackt wird, sich nicht mehr ohne grosse Beschädigungen auseinanderwickeln lässt. Indess behauptet Wise und neuerdings auch einige französische Luftschiffer, dass diese Eigenschaft des gekochten Leinöls bei bestimmter Bereitungsweise vollständig aufgehoben würde. Wise sagt über die Bereitung dieses Firnisses Folgendes [1]):

„Nimm reines Leinöl, giesse damit ein Gefäss halb voll und setze es über Feuer, lass es sich allmählich bis zu einem Grade erhitzen, bei dem das Holz verkohlt. Bevor es diesen Grad erreicht, wird es Symptome des Kochens zeigen, die weiter nichts zu bedeuten haben als das Verdampfen einer kleinen Quantität Wasser, welches sich gewöhnlich in dem Oel befindet. Das Oel bedarf einer grösseren Hitze, um es bis zu dem Grad zum Kochen zu bringen, dass es einen wie oben hineingetauchten Holzspahn sofort verkohlt. Alsdann muss es aufmerksam bewacht werden, denn es findet nun bald eine nachhaltige heisse Reaction statt, wobei es zu rauchen anfängt und dichten Dampf entwickelt, der sich, wenn er nicht sorgfältig vor Luftzutritt geschützt wird, leicht von selbst entzündet. Bei Anwendung von Kochgefässen mit Verschlussdeckeln, die eine kleine Luftröhre haben, kann die Arbeit ohne Gefahr wenigstens eine Stunde und bei grösserer Sorgfalt zwei und mehr Stunden

1) Wise, System of Aëronautics.

fortgesetzt werden. Die beste Art zu erkennen, ob es genügend gekocht ist, besteht darin, dass man etwas mit einem Spahn herausnimmt und auf ein Stück Glas oder Zinn zum Abkühlen aufstreicht; wird es dick und sehr elastisch, so ist es genügend gekocht. Es hat aldann eine tief rothe Farbe. Ist das Oel von guter Qualität und gut gekocht, oder besser gesagt, auf diesem Wege zersetzt, so wird es abgekühlt sehr dick und erscheint ähnlich wie Kautschuk (Indianrubber), ist letzterem aber in der Elasticität überlegen. Seine Natur wird ganz verändert, die fettig klebrige Eigenschaft desselben scheint ganz zerstört zu sein. Nachdem es so behandelt ist, soll es eine Zeit lang ins Licht gestellt werden, wo es sich setzt, indem sich der reine Theil von dem kohlenhaltigen absondert. Vor dem Gebrauch muss es mit Spiritus oder Terpentin verdünnt werden und dieser muss gut rectificirt sein, damit der Firniss schnell trockne. Dieser Firniss wird in der Sonne in 5 oder 6 Stunden trocknen und bedarf dazu keines Zusatzes eines metallischen Trockenmittels. Seide oder Muslin, mit diesem werthvollen Präparate bestrichen, besitzt die besondere Eigenschaft, sich nicht zu erhitzen, was sonst die gefährliche Eigenthümlichkeit der meisten Oelfirnisse ist. Ballons mit diesem Firniss präparirt ertragen es in einem Kasten monatelang verpackt zu bleiben, ohne die geringste Hitzeentwickelung oder Klebrigkeit."

Hoffer bestätigt die Aussagen Wise's. Das gekochte Leinöl muss nach seinen Angaben, da es bei Luftzutritt schnell trocknet, unter einer Wasserschicht aufbewahrt werden.

Um das Trocknen des Firnisses zu beschleunigen[1]) wird ferner ebenso häufig ein Zusatz von Metalloxyden zum kochenden Leinöl gemacht. Die im Handel befindlichen Leinölfirnisse enthalten gewöhnlich auf 100 kg einen Zusatz von 5 kg Bleiglätte. Man behauptet, dass derartige Zusätze auf den Ballonstoff zersetzend einwirken. Vorsicht erscheint daher bei ihrem Gebrauch geboten. Wise schlägt für seinen oben angegebenen reinen Leinölfirniss zum schnelleren Trocknen einen geringen Zusatz von gelbem Ocker und brauner Umbra vor. Hierdurch bekommt der Ballon nebenbei eine bräunliche Färbung. Der als vorzüglich gerühmte Firniss des Militär-Aëronauten-Etablissement zu Chalais ist, seiner Hauptmischung nach, gleichfalls ein Leinölfirniss. Er soll innerhalb 24 Stunden trocknen, dabei aber leicht klebrig bleiben. Um letzteres zu beseitigen wird er noch mit einer anderen geschmeidigen Schicht überstrichen, welche absolut trocken werden soll. Als

---

1) L'Aéronaute 1884, S. 44.

auptbestandtheil dieser Trockenschicht wird Gummilack (gomme laque) ngegeben.[1])

Eine der Zeitschrift L'Aéronaute beigegebene Probe erlaubt es, sich on der Vorzüglichkeit des Firnisses zu überzeugen. Er ist geschmeiig und klebt nicht. Knifft man ferner ein Stück des Stoffes, so hinterisst die Falte keine markirte Bruchlinie. Von den verschiedenen Luftchiffern werden dem Leinölfirniss mannigfache Stoffe zugesetzt. Am eisten üblich ist ein Zusatz von Kautschuk (Gummi elasticum). Da autschuk allein ebenfalls als Dichtungsmittel benutzt wird, lag es nahe, uf eine Verbindung beider Stoffe zu kommen. Leinöl löst den Kautchuk auf. Der auf diese Weise erhaltene Firniss dichtet für Leuchtas hinreichend gut. Er bildete auch den Hauptbestandtheil des im Jahre 792 von Conté erfundenen Recepts, von dem wohl mehr Wesens geacht ist, als es die Sache verdient. Die auf Grund dieses Receptes on Capitän Delambre und Renard in Chalais 1875 vorgenommenen ersuche ergaben, dass er nicht hinreichend genug trocknete und ferner uf grossen Flächen verwendet, nicht die gewünschte Undurchdringlicheit bot. Die Herstellung des Gemisches ist eine sehr einfache. Man isst zunächst den Kautschuk in Terpentin oder Benzin auf und mischt ie erhaltene syrupdicke Lösung mit dem vorbereiteten Leinölfirniss. anche thun auch noch einen Zusatz von gelben Wachs hinzu. Nach ertaux[2]), einem der hervorragendsten Firnissfabrikanten Frankreichs, oll es jedoch keinen Vortheil bieten, weil Wachs vom Leinöl nicht aufelöst wird.

Die Verwendung von Kautschuk zur Dichtung wurde mit dem rsten Gasballon von Professor Charles in die Aëronautik eingeführt nd ist bis auf unsere Zeit noch häufig üblich. Kautschuk ist der einetrocknete Milchsaft einiger tropischer Bäume (Jatropha elastica, Ficus lastica, Hevea guyanensis etc. — neuerdings ist von Dr. Kassner orgeschlagen worden, denselben aus einheimischen Culturpflanzen zu ewinnen; zu solchen würden sich die Euphorbiaceen, verschiedene pecies der Compositen und Sonchus oleraceus eignen). Er ist gelblichis dunkelbraun und sehr elastisch, wird in Kälte hart, bei Erwärmung eich und klebrig. Der Kautschuk wird vor der Verarbeitung auf den toff aufgewalzt und zu diesem Zwecke zuvor in Benzin oder Terpentinöl elöst. Neuerdings ist auch vorgeschlagen worden, das bei der Destil-

1) L'Aéronaute 1878.
2) Ibid. 1869.

lation von Kautschuk entstehende flüchtige Kautschuköl als Lösungsmittel zu benutzen. Die Vorzüge dieses letzteren sind jedoch nirgends klar gelegt. Der englische Luftschiffer Green wandte zum ersten Male doppelten Ballonstoff mit zwischenliegender Kautschuklage an, ging aber bald davon ab, weil er ihn für nicht brauchbar und als keinen Ersatz des Ballonfirnisses fand. Dagegen benutzte er den Kautschuk, um den doppelten Stoff der oberen und unteren Calotte des Ballons zusammenzukleben.[1]

Bertaux, auf den wir hier wieder zurückkommen, weil er umfassende Versuche mit den verschiedensten Firnissen angestellt hat, hält Leinölfirniss für besser als Kautschuk. Er schreibt darüber: „Quant au caoutchouc, nous n'en voyons pas l'utilité; des experiences récentes nous ont prouvé, qu'il ne s'oppose en aucune façon au phénomènes d'exosmose et d'endosmose".

Mit dieser in Folge praktischer Erfahrungen aufgestellten Behauptung stimmt auch das überein, was Hoffer (Kautschuk und Guttapercha von Raimund Hoffer. Wien 1880) darüber angiebt. Er sagt: „Schon die grosse Zusammendrückbarkeit des Kautschuks deutet auf das Vorhandensein vieler und grosser Poren und haben vergleichende Versuche gezeigt, dass Gase durch eine Kautschukplatte, sowie durch andere poröse Membranen zu dringen vermögen." Sein einziger Vorzug besteht darin, nicht brüchig zu werden. Jedes Sikkatif dagegen wird brüchig. Seine Elasticität nimmt allerdings mit Zunahme der Kälte immer mehr ab, er wird hart und fest. Beim Erwärmen erscheinen indess die elastischen Eigenschaften wieder.

Um die guten Eigenschaften dieser beiden Stoffe zu vereinigen, ohne die durch ihre Mischung wieder entstehenden Nachtheile zu erhalten, hat man verschiedentlich versucht, sie nach einander auf den Stoff zu bringen. Nothwendigerweise muss man dann schon einen doppelten Stoff mit Kautschukzwischenlage anwenden. Da Leinöl Kautschuk sehr stark angreift, darf man dies nicht direct auf den äusseren Ballon auftragen. Giffard musste die traurige Erfahrung machen, sich auf diese Weise einen ganz neuen Ballon zu verderben. Es ist also eine Zwischenschicht erforderlich, und als solche giebt Bertaux Gummilackfirniss an. Man erhält letzteren durch Auflösen von Gummilack in 90gradigem Alkohol und zwar 0,25 gr pro 1 Liter Alkohol. Wenn der

1) Mansfield, Aerial Navigation, p. 99. — Ueber die beste Herstellungsmethode dieses Ballonstoffes mit Gummizwischenlage s. Raimund Hoffer, Kap. XXVI, S. 212.

cohol verdampft ist bildet der Gummilack eine dünne undurchdring-
ne Schicht auf dem Stoff, die allerdings brüchig ist, in der Sonne
ich wird und unter den Unbilden der Witterung Risse erhält. Der
n folgende Leinöl-Ueberstrich soll diese Nachtheile theilweise aufheben.

Dupuis Delcourt stieg am 21. Mai 1848 in Paris mit einem
llon auf, dessen Stoff mit Guttapercha präparirt war. Dieser ist
m Kautschuk ähnlich, aber härter und weniger elastisch. Es wird
s dem Milchsafte der in Ostindien wachsenden Isonandra gutta ge-
nnen. Die Thatsache, dass keine weiteren Auffahrten dieses Ballons
d Versuche mit Guttapercha angestellt wurden, scheint die Unbrauch-
rkeit desselben für Dichtung von Ballonhüllen zu bestätigen. Eine
dere Art von Firniss wandte 1872 Dupuy de Lome bei seinem
nkbaren Ballon an. Der hauptsächlichste Bestandtheil desselben war
latine. Das vom Professor der Chemie Troost aufgestellte Recept
ebt Folgendes[1]) an: „Man präparire zunächst eine Lösung *A* nach fol-
nden Gewichtstheilen:

Reine Gelatine	100	Theile
Glycerin	100	„
Holzessig	600	„
Sa.	800	Theile.

n löse dabei die Gelatine mit dem Holzessig im warmen Wasserbade
f und setze fortwährend Glycerin hinzu. Dann mache man folgende
dere Lösung *B*:

Tannin	100	Theile
Holzessig	600	„
Sa.	700	Theile.

nter Umrühren mit Holzlöffeln giesse man dann langsam Lösung *A* in *B*.

Das Ganze wird darauf im Wasserbade wenigstens eine Stunde ge-
cht, indem man dabei nach und nach von der Säure so viel hinzu-
esst, dass die Flüssigkeit das gleiche Volumen behält. Eine Schicht
in 24 Stunden getrocknet.“ — Drei Schichten sollten genügen, den
llon für Wasserstoffgas undurchdringlich zu machen.

Bertaux hat ferner vorgeschlagen, den Stoff durch Goldschläger-
ut innerlich zu dichten und aussen mit gekochtem Leinöl zu streichen.
bei soll letzteres nur ein Schutzmittel gegen Regen und andere Witte-

1) L'Aéronaute 1872. — Note sur l'Aérostat à Hélice de M. Dupuy de
me. Paris 1872.

rungseinflüsse sein. Es erübrigt noch hier einige Daten anzufüh über die Gewichtszunahme, welche Ballonstoffe durch das Dichten halten.

Nach Adrien Duté-Poitevin wiegt:

1 qm einfach Ponghée für kleine Ballons, 5 mal gefirnisst . . . . = 220 gr

1 qm einfach Ponghée, stark für Ballons über 2000 cbm (Stoff = 80 gr.) . . . . . . = 368 „

Nach Bertaux wiegt:

1 qm Seide . . . . = 35 gr

Dasselbe 1 qm doppelt . . . . = 70 „

Bei einem viermaligen Anstrich von Leinöl mit Bleiglätte (letzte 1 kg pro 100 kg bis auf 500° erhitzt) ergaben sich folgende Gewicht zunahmen:

erster Anstrich 90 gr nach Absorption von Sauerstoff 60 gr
zweiter „ 38 „ „ „ „ „ 30 „
dritter und vierter Anstrich 54 gr nach Absorption von Sauerstoff . . . . 40 „

Ein Quadratmeter wog demnach 200 gr.

Baumwollene Gewebe absorbiren mehr Firniss. Das ist wohl a die Structur der Samenhärchen zurückzuführen.

Bei vier Anstrichen ergaben sich nach Bertaux pro Quadr meter = 280 gr und nach der Oxydation 224 gr.

Der von Dupuy de Lome angewendete Stoff bestand aus Seid taffet mit Nausuck und sieben Kautschuklagen. Das Gewicht war:

Seide pro Quadratmeter	=	52 gr
Nausuck	=	40 „
Kautschuk	=	148 „
	Sa.	240 gr.

Die drei Gelatine-Firnisslagen vermehrten das Gewicht um 95 100 gr pro Quadratmeter, so dass es demnach in Summa 340 gr Quadratmeter betrug.

Der von Bertaux vorgeschlagene Stoff ergiebt:

Zwei Stofflagen mit Kautschuk . .	=	250 gr
Vier Lagen Gummilack	=	135 „
Vier Lagen gekochtes Leinöl . . .	=	190 „
	Sa.	575 gr.

Der von Giffard bei seinem „Grand ballon captif" 1878 in Paris rwandte Stoff bestand aus sieben Schichten, die von innen nach ıssen in folgender Ordnung lagen: Musselin, Kautschuk, starke Leinand. Kautschuk, Leinwand, vulkanisirter Kautschuk und Musselin. eusserlich war der Ballon zum Schutze gegen Nässe mit Bleiweiss ›striche̥n. Der Quadratmeter des Stoffes wog = $1^1/_3$ kg. Das Dichten er Nähte wird vielfach noch besonders durch Ueberkleben derselben ıit Stoffstreifen bewerkstelligt.[1])

Das Firnissen.

Das Firnissen findet in der einfachen Weise statt, dass man den Ballon bahnenweise zusammengelegt auf einer grossen ebenen Fläche ıusbreitet. Das Auftragen des Firnisses geschieht mit Pinseln, weichhaarigen Bürsten, Schwämmen oder baumwollenen Lappen. Die Arbeit muss in einem kühlen schattigen Raume geschehen und es ist dabei darauf zu achten, dass der Auftrag überall gleichmässig und nicht zu dick geschehe. Eine besondere Aufmerksamkeit ist ferner den Nähten zuzuwenden. Die gefirnisste Bahn wird umgeschlagen und sofort die nächsten immer wieder darauf gelegt bis man bei der ersten wieder anlangt. Zum Trocknen breitet man die Hülle am besten auf einem hängenden Netze aus. Ist die Trockenheit annähernd erreicht, so erleichtert man die fernere Oxydation durch Aufblasen des Ballons mittelst eines Ventilators. Die nächste Schicht darf erst übergelegt werden, wenn die erste sich vollständig verharzt hat.

---

3. Das Ventil.

Nächst der Dichtung des Ballonstoffs ist die Construction eines einfachen gasdichtschliessenden Ventils einer der zur Zeit noch immer vergeblich angestrebten Wünsche des Aëronauten. Das Ventil ist von

---

1) S. Note sur la Direction des Aérostats p. M. L. Gabriel Yon. — Zur Prüfung der Dichtigkeit des Stoffes wird die aus Fig. 4, Taf. I, leicht verständliche Maschine von Jobert angewendet.

Prof. Charles 1773 in die Luftschifffahrt als ein Mittel zum Manövriren eingeführt und bis auf unsere Zeit als solches betrachtet worden. Dass dabei ein gleich gasdichter Verschluss nach jedesmaligem Gebrauch von Wichtigkeit ist, wird leicht eingesehen werden. Indessen wird der Werth, welcher auf ein derartiges Ventil gelegt wird, herabgemindert, wenn man den in neuerer Zeit aus dem militärischen Aëronauten-Etablissement in Chalais kommenden Stimmen Gehör schenkt. Capitän Renard sagt: „Niemals am Ventil rühren!" Dieser Grundsatz verfolgt einen bestimmten militärischen Zweck; es handelt sich darum, den freien Ballon möglichst lange Zeit in der Luft zu erhalten. Der geringste Gasverlust bedeutet die Abkürzung der Luftreise. Die Dauer der Fahrt ist zunächst bestimmt durch die Diffusion des Gases durch den Ballonstoff, und Undichtigkeiten des Ventils. Die Dauer wird weiterhin beeinflusst durch die meteorologisch-physikalischen Ereignisse, denen der Ballon ausgesetzt ist. Letztere allein geben Veranlassung zu verschiedentlichen Manövern, welche einen Prüfstein für die Geschicklichkeit des Luftschiffers bilden können.

Die an ein Ballonventil zu stellenden Anforderungen lassen sich in Folgendem zusammenfassen. Es muss:

1) Eine dem Ballonvolumen entsprechende Grösse haben.
2) Leicht und sicher functioniren.
3) Möglichst vollkommen gasdicht schliessen, auch, nachdem es bereits einmal zum Gasauslassen geöffnet war.

Die rationelle Grösse eines Ballonventils genau zu ermitteln ist eine äusserst schwierige Aufgabe und dürfte vor der Hand ohne empirische Versuche über den Ausfluss der Gase bei beständig abnehmendem Druck kaum zu lösen sein. Adrien Duté Poitevin geht dabei von dem Grundsatz aus, dass der Ballon innerhalb der beiden ersten Minuten $^1/_4$ seines Auftriebs verlieren müsse und glaubt unter solchen Verhältnissen eine Schleiffahrt fast unmöglich gemacht zu haben. Er stellt demnach die Gleichung auf:

$$S v . 120 = {}^1/_4\, V \text{ also } S = \frac{V}{4 . 120 . v}$$

Darin ist:

S der Querschnitt des Ventils,
v die Ge[illegible]keit des Gasausflusses,
V [illegible]nes.

Die Ausflussgeschwindigkeit v, als constante angenommen, findet
an nach der Formel.

$$v = \sqrt{2g} \cdot \frac{p - p'}{d'}$$

$p - p'$ ist der Druck in Millimeter Wasser, den das Gas pro uadratmeter auf die obere Calotte ausübt.

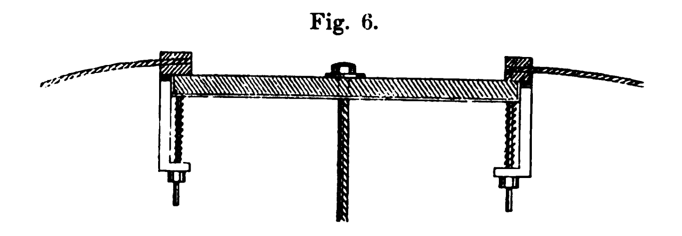
d' ist das Gewicht eines Cubikmeters Traggas. Poitevin setzt ich über die hierbei gemachten Fehler hinweg und hilft sich, indem r sagt: „Man muss diesen Schnitt um die Hälfte vergrössern, wegen les Zusammenziehens dem die flüssige Ader unterliegt und wegen des chwächerwerdenden Druckes, was von der Abnahme des Druckes je ach dem Gasausfluss herrührt.“ Legt man die Ausführungen des ranzösischen Militär-Aëronauten zu Grunde, so erhält man hiermit die Ventilgrösse in Flächenmassen angegeben und kann daraus leicht den Durchmesser des entsprechenden Kreises ermitteln.

Das gute sichere Functioniren des Ventils hängt wesentlich von seiner Construction ab und ist doppelt nothwendig, weil der Luftschiffer bei der Fahrt keine Controle des Ventils vornehmen kann. Ein Versagen desselben kann das grösste Unglück im Gefolge haben. Drei Hauptconstructionen lassen sich in der Ballontechnik unterscheiden; es sind dies: einklappige, zweiklappige und Tubenventile. Grundsätzlich werden alle so eingerichtet, dass sie nach innen zu öffnen sind, weil so die innere Gasspannung zum festen Verschluss des Ventils mit beiträgt. Der Schluss wird durch Kautschukbänder, Federn oder Schrauben bewirkt. Zur näheren Erläuterung seien einige Haupttypen hier aufgeführt: Das von den meisten Luftschiffern gebrauchte, von Professor Charles 1783 construirte Doppelklappen-Ventil (**Taf. I, Fig. 5** *a b c C* Von mit Dach) besteht aus einem flachen Holzkranz, durch welchen in der Mitte eine Holztraverse läuft. An letzterer befinden sich die Charnire für die beiden Klappen. Werden zum Verschluss Kautschukbänder verwendet, so befindet sich zur Spannung und Führung dieser auf der Traverse ein oder je nach der Ventilgrösse mehrere Böcke. Federn können inder auswendig in verschiedener Weise angebracht werden: Druckfedern elten im Allgemeinen als besser und zuverlässiger als Zugfedern. autschukbänder werden indess von den meisten praktischen Luftschiffern rgezogen, weil beim Metall das äussere Ansehen nie eine gleiche cherheit für die Güte des Materials bietet. Anderseits ist Kautschuk m Temperatureinfluss sehr unterworfen; er kann bei Frost ganz hart

werden. Die Enden eines Kautschukbandes sind befestigt auf den Klappen an nahe der Peripherie befindlichen Oesen. Diesen entsprechend sind auf der entgegengesetzten Seite des Ventils zwei Oesen angebracht, welche zur Befestigung der Ventilleine dienen, die zum Oeffnen des Ventils durch den Ballon bis in den Korb hinunterläuft. Das Doppelklappenventil ist sehr einfach und seit hundert Jahren daher fast überall verwendet worden. Die Unvollkommenheit desselben liegt in der Schwierigkeit es wieder gasdicht zu verschliessen, nachdem es einmal bei der Fahrt geöffnet war. Die Länge der abzudichtenden Linie setzt sich zusammen aus dem Umkreise und der doppelten Länge der Traverse. An der letzteren ist eine gute Dichtung noch nicht gelungen.

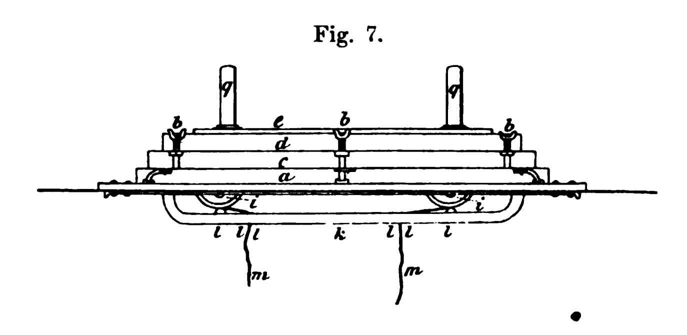
Das einklappige Ventil ist in Bezug auf Dichtung dem vorigen überlegen. Hier ist die Länge der Dichtungslinie gleich der Peripherie

Fig. 6.



der Klappe. Letztere braucht ferner nicht durch Gummibänder und Federn, sondern kann auch durch Schrauben gegen den Kranz ange-

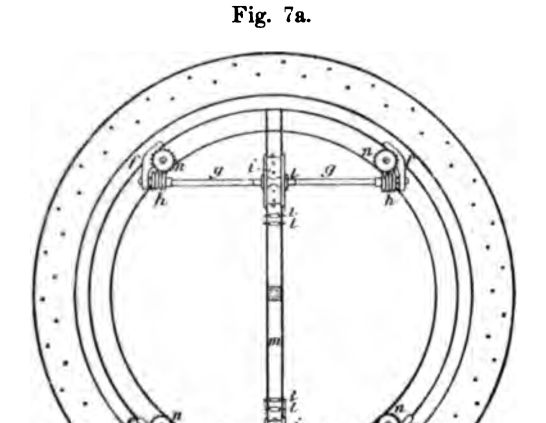
Fig. 7.



presst werden. In Figur 6 ist ein gewöhnliches einklappiges Ventil mit Druckspiralfedern dargestellt. Figur 7 führt uns das zur Zeit voll-

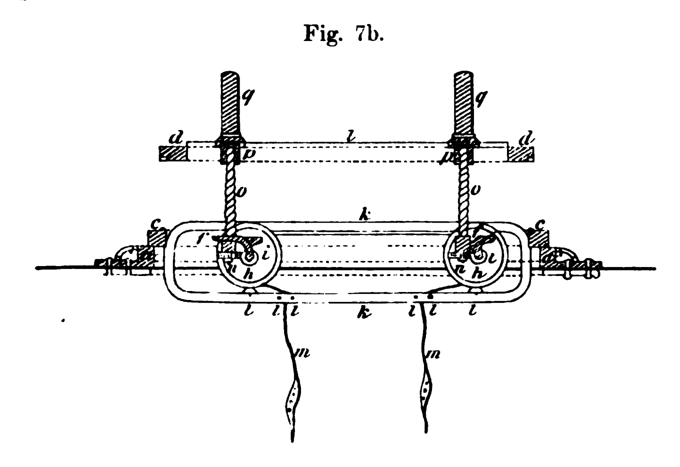
kommenste dieser-Type vom Mechaniker Lüllemann aus Hamburg[1]) **vor.** Es weicht von sämmtlichen bekannten darin ab, dass es sich nach

Fig. 7a.



oben öffnet und dies mit Hilfe von Schraubenwellen und Schraubenmuttern geschieht.

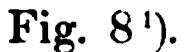
Fig. 7b.

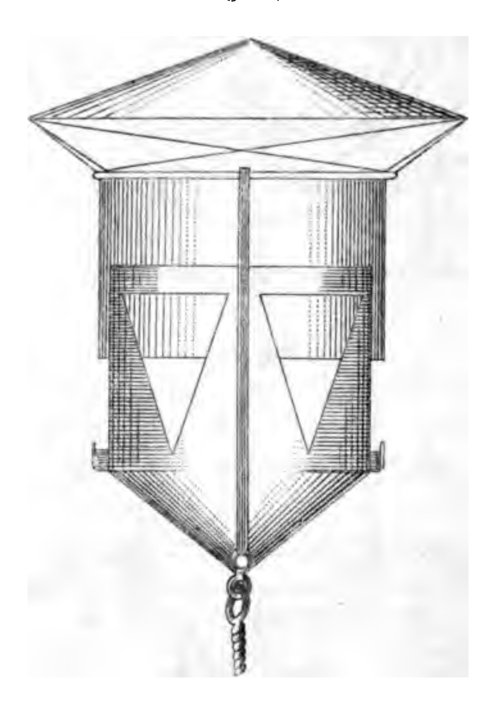


Construction und Mechanismus des Ventils sind einfach und sinnreich. Es besteht zunächst aus dem am Ballon befestigten Lagerring *a*

1) Deutsches Reichs-Patent Nr. 32 949.

und dem eigentlichen Ventil, welches auf ersteren vor der Füllung mit Flügel-Mutterschrauben *b b* gasdicht befestigt wird. Das eigentliche Ventil besteht aus zwei Ringen *c* und *d* von verschiedenen Durchmessern und viereckigem Querschnitt, und aus dem Deckel *e*, der mit Ring *d* fest verbunden ist. Der Mechanismus liegt geschützt vor Witterungseinflüssen im Ventil selbst. In den Lagern *f f* liegen zwei parallellaufende Wellen *g* mit Stahlschnecken *h* an ihren äusseren Enden. Jede Welle hat in ihrer Mitte eine Dornenrolle *i*. Letztere sind umgeben von einer Riemenführung *k*, welche mehrere kleine Führungsrollen *l* enthält. Ein über diese Rollen gelegter Riemen *m* muss somit, wenn


Fig. 8[1]).



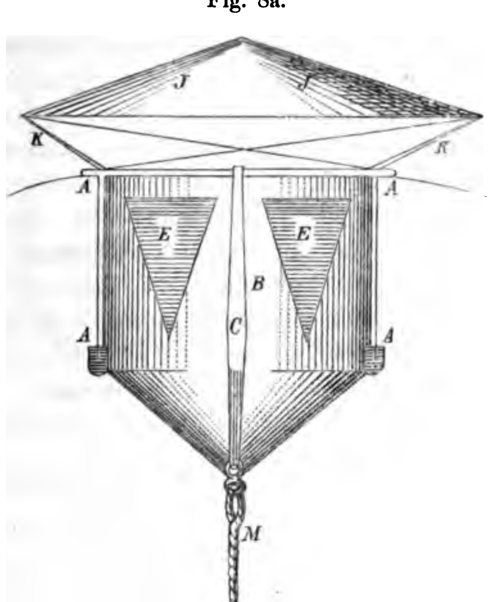
seine Löcher genau auf die Dornen greifen, beide Schneckenwellen in Rotation versetzen. Diese Drehung wird auf vier Zahnräder *n* übertragen, auf denen Spindelschraubenwellen *o* befestigt sind. Die Muttern

1) Fig. 8 stellt das Ventil „Lefèbure“ im geöffneten Zustande dar.

zu diesen Schraubenwellen p befinden sich nun im Deckel; daher muss eine Drehung derselben den Deckel öffnen oder schliessen. Die aus dem Deckel hervorragenden Schraubenwellen sind durch Hülsen q geschützt, welche zugleich einen vollständig gasdichten Abschluss bilden.

Die dritte Art, die Tubenventile, scheinen zur Zeit in Frankreich gebräuchlich zu sein. Die Construction „Lefèbure“ (Fig. 8 u. 8*a*) besteht

Fig. 8a.



aus zwei Blechtuben A und B, die ineinander schiebbar sind, die innere hat dreieckige Fenster EE und ist unten durch einen kegelförmigen Ansatz geschlossen. Wo dieser Kegel sich am Tubus ansetzt befindet sich eine Rinne. Ihr Zweck ist das Hineinschieben des inneren in den äusseren Tubus zu begrenzen und ferner eine zur Dichtung nöthige Pomade aufzunehmen. Der Schluss wird durch Gummibänder bewerkstelligt. Oben befindet sich ein Dach J. KK sind Stützen des Daches. Der Gasverlust kann durch stärkeres Ziehen an der Ventilleine M gesteigert werden, weil die Spitzen der Fenster sämmtlich nach unten gerichtet sind. Ein ähnliches Ventil schlägt Duté Poitevin vor.[1]) Bei

1) S. L'Aéronaute 1882. Principes de la construction d'un ballon.

allen diesen Constructionen muss darauf geachtet werden, dass die durch vollständiges Ziehen der Klappen etc. entstehende Oeffnung auch der für den Querschnitt des Ventils zu Grunde gelegten entspricht. Eine Berechnung kann auch hier immer nur eine annähernde Richtigkeit haben, weil über die Art, wie die Gasmassen ihren Ausweg nehmen, noch gar keine Beobachtungen gemacht worden sind. Man kann aber wohl sagen, dass beim Doppelklappenventil die beiden beim Oeffnen entstehenden sphärischen Zweiecke, beim einklappigen Ventil der entstehende Cylindermantel und beim Tubenventile die Oeffnungen der Fenster in ihren Flächenausdehnungen der der Ventilöffnung mindestens gleich sein müssen. Es darf ferner der Verschluss ein nicht zu fester sein, weil sonst leicht das Ventil mit herunter, ja vielleicht aus der Calotte herausgerissen werden kann. Eine grosse Sorgfalt und Aufmerksamkeit muss der Fabrikation und Befestigung der Zugleine am Ventil gewidmet werden.

Sie vermittelt den Umgang mit dem Ventil. Reisst sie ab oder verwickelt sie sich an irgend einem nach innen gehenden Constructionstheil des Ventils, so ist der Luftschiffer den grössten Gefahren ausgesetzt, weil er dann den Ballon nicht mehr in der Gewalt hat. Solche Fälle sind wiederholt vorgekommen. Es ist daher vorgeschlagen worden, zwei Ventilleinen anzubringen oder auch zu ihrer Fabrikation statt des Hanfes Seide zu verwenden. Zu beachten ist, dass das Gewicht dieser Leinen von der Zugkraft des Ventilverschlusses in Abrechnung gebracht werde.

Das Dichten der Ventile geschieht bei den primitivsten, bei denen nur glatte Flächen gegeneinander gedrückt sind, durch Verschmieren mittelst eines Gemisches aus zwei Theilen Talg und einem Theil gemahlenen Leinsamen. Die Dichtung ist ziemlich gut, so lange sie nicht berührt wird. Eine andere, verbreitete, ist die von Giffard eingeführte Kautschukdichtung, bei der ein kreisförmiges Messer in eine Kautschukplatte einschneidet. Für ein blosses Aufeinanderdrücken mit Kautschukzwischenlage dürfte der Druck nicht kräftig genug sein. Eine Ausnahme macht das Lüllemann'sche Ventil; hier hat der Luftschiffer den Druck in der Hand. Es konnte daher bei diesem auch mit Vortheil ein Rundstab statt des einschneidenden Messers verwendet werden. Durch das erfolgende starke Zusammenpressen des Kautschuks vermittelst dieses Rundstabes wird eine sehr gute Dichtung erreicht. Endlich benutzt man, wie wir bei den Lefèbure'schen Ventil gesehen haben, Pomaden und Balsame zum Dichten.

Um die Nachtheile des verkitteten V‹
vielen andern der Mechaniker Job‹

›elklappen-Ventils mit der Giffard'schen Messerscheibe gemacht. ‌Construction ist aus der Zeichnung (Fig. 9, 9*a*, 9*b*) leicht ersichtlich.

Fig. 9.

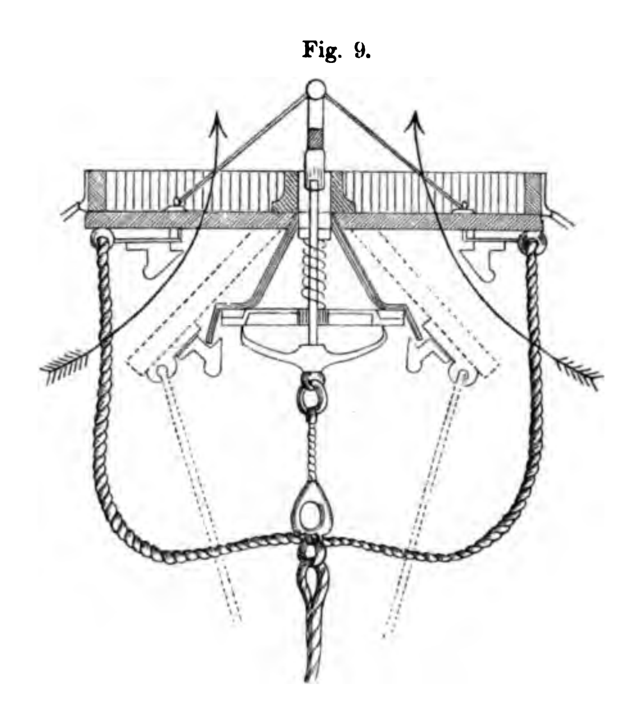
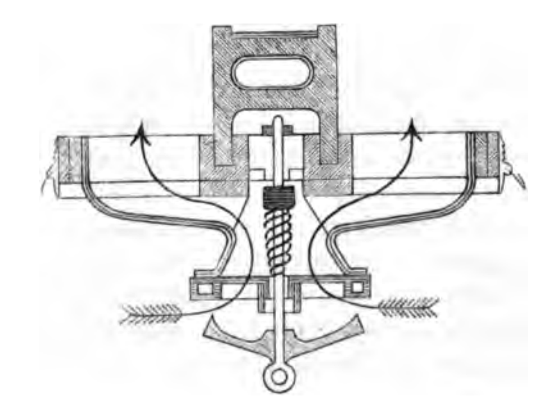


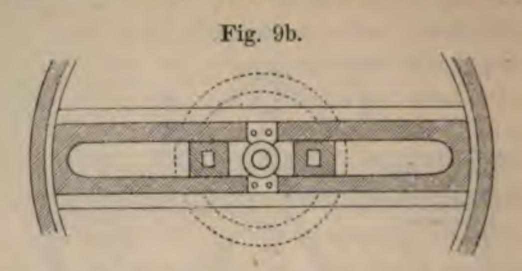
Fig. 9a.



n gewöhnlichen Zuge öffnet sich nur das kleine Manöver-Ventil in Mitte. Erst nachdem durch kräftigen Zug dessen Schnur zerrissen ist,

kann das grosse Doppelklappen-Ventil geöffnet werden. Jobert hat in sehr sinnreicher Weise noch Sperrhaken und Federn angebracht, welche bei vollständigem Oeffnen der Klappen ineinanderschnappen und diese

Fig. 9b.

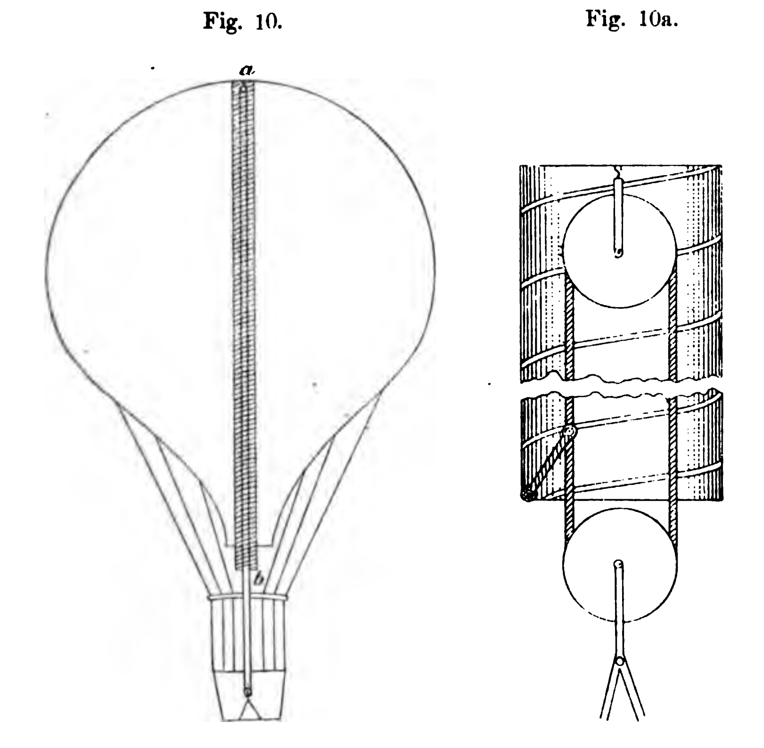


so geöffnet festhalten, damit der Luftschiffer bei der Landung nicht immerfort an der Leine zu ziehen braucht, was bei starkem Wind unter Umständen unmöglich werden kann. Das Ventil hält sich geöffnet und der Wind kann auf diese Weise schnell das Gas aus dem Ballon herauspressen. Die mangelhafte Dichtung der bisher verwendeten Ventile hat auch verschiedene Vorschläge zum Ersatz dieses wichtigen Ballontheils geschaffen. Der bereits erwähnte Jobert will eine Röhre aus Stoff durch den Ballon hindurchführen (s. Fig. 10, 10*a*). Um ihre Compression durch den Gasdruck zu verhüten soll diese innerlich durch Spiralfedern aus spanischem Rohr etc. gespannt werden. Durch Hochziehen dieser Stoffröhre vermittelst einer einfachen Röhrenvorrichtung muss das unter der Oeffnung derselben befindliche Gas zum Loche *a* hinaus entweichen. Der Ingenieur Haenlein aus Mainz kam auf beinah denselben Gedanken. Er wollte seitwärts, ungefähr in der Mitte jenes patentirten Projectes von 1874[1]), mit einem inneren Rohrgerippe versehene Schläuche tief herunterhängen lassen. Wollte er nun Gas auslassen, so dachte er ebenfalls mittelst einer einfachen Rollenvorrichtung die Enden dieser Appendixe in eine sich der Horizontalen nähernde Richtung zu bringen. Hierbei musste das unter der Oeffnung befindliche Gas ausströmen. Andererseits schlägt er aber auch vor, eine solche Stoffröhre vom Ballon in den Korb zu führen und dort mit einem Exhaustor in Verbindung zu setzen, das Traggas also auszupumpen. Für ein Manövriren in der Luft dürfte diese Vorrichtung vollständig genügen. Tritt aber eine stürmische Landung ein, so ist der Luftschiffer ohne ein Sicherheits-Ventil grossen Gefahren ausgesetzt. Es ist nicht möglich zu verlangen, dass er am Exhaustor weiter arbeite, wenn der Korb mit rasender Geschwin-

1) S. Theil I, S. 129.

digkeit über die Erde geschleift wird und gegen jedes Hinderniss mit so schrecklicher Gewalt gegenschlägt, dass häufig selbst das Knochen-

Fig. 10. Fig. 10a.



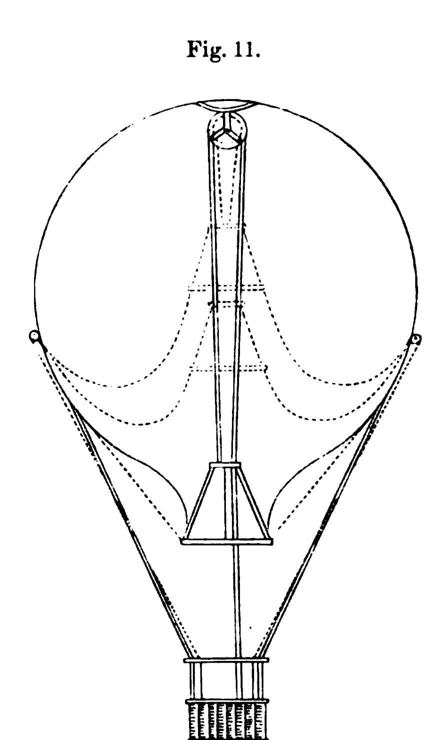
gerüst seiner Insassen den fortwährenden Stössen gegenüber eine nicht mehr genügende Festigkeit bekundet.

Jobert[1]) wollte ferner das Ventil vollständig fortlassen und dafür den Appendix in den Ballonkörper mittelst einer einfachen Windevorrichtung hineinpressen (s. Fig. 11). Er glaubte auch durch Anbringung eines Abschlusses mit Sicherheits-Ventil auf diese Art einen Druck auf das Ballongas ausüben zu können zum Zwecke des Sinkens ohne Gasverlust. Die geringe Haltbarkeit der Ballonhüllen würde die praktische Durchführung dieses Gedankens zu einem etwas gefährlichen Experiment machen. Gegen das Hochziehen des offenen Halses lässt sich dagegen kaum etwas anderes einwenden, als dass das Heben einer so

1) L'Aéronaute 1878.

grossen und mit jedem Momente zunehmenden Stoffmasse auch bei Anwendung eines geschickt construirten Windewerkes, dem Luftschiffer unter Umständen Schwierigkeiten bereiten könnte.

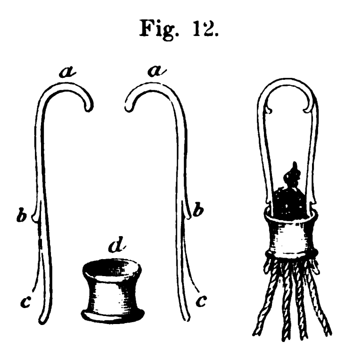
Fig. 11.



Für den Fall, dass das Ventil einmal seinen Dienst versage oder in ungenügender Weise verrichte, haben einige Luftschiffer besondere Vorsichtsmassregeln angewendet und vorgeschlagen. Sollte durch irgend einen Zufall das Ventil sich nicht öffnen lassen, so ist das Einschneiden eines Loches in die Ballonhülle das einzige Hilfsmittel. Bei solcher Gelegenheit Ruhe und Besonnenheit zu bewahren, in die Takelage hinaufzuklettern, um mit dem Arm den Ballon zu erreichen, erfordert Muth und körperliche Gewandtheit. Diese Eigenschaften muss der ideale Luftschiffer besitzen. Es ist indess nicht nöthig, dass er seine Tugenden jedesmal auf die Probe stelle. Die Vernunft gebietet uns alle zur Vermeidung schlimmer Zufälle möglichen Mittel zu beachten. Daher erscheint die Massnahme des Ingenieur-Aëronauten Rodeck, ein langes

·hes Rohr mit an einem Ende befestigten Messer zum beständigen -Ausrüstungsstück zu machen, hier durchaus empfehlenswerth. Ventilfehler giebt es während der Fahrt selbst kein Hilfsmittel. ·nglischen Luftschiffer Lieutenant Harris ereilte der Tod, weil ·elbsterfundenes, sehr grosses Ventil sich nach dem Oeffnen nicht r schliessen wollte. Ein Loch verschliessen ist während der Luft- unmöglich, wohl dagegen ein Loch zu machen; man hüte sich aber dass es nicht zu gross werde, es bleibt hoch oben stets ein sehr ·liches Experiment. Anders verhält es sich, wenn bei starken winden die Verankerungsvorrichtungen bei der Landung versagen. solchen Verhältnissen ist es schwierig, das Gas in kurzer Zeit m Maasse zum Austritt zu bringen, dass der Ballon durch den nicht fortgerissen werde. Von Seiten französischer Luftschiffer ergegen eine Zerreissleine empfohlen worden, d. h. eine Leine, e in den Ballonstoff eingenäht wird. Ein kräftiger Zug an der- muss ein Zerreissen der Ballonhülle, somit eine schnelle gänz- Entleerung des Ballons zur Folge haben. Andererseits giebt es Luftschiffer, welche in solchen Momenten die Trennung des Bal- ·on der Gondel als das Richtigste ansehen. Um dieses zu erleich- ıat auf Anregung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luft- ·hrt Hauptmann von Brandis eine interessante, sicher functioni- Auslösungsvorrichtung (Fig. 12) erfunden. Dieselbe besteht aus

Fig. 12.



Haken *aa*, mit Schutzansatz *b* und Feder *c*, welche zangenartig r Mitte des Ballonringes angebracht sind. Vier Stricke laufen vom · nach dieser Zange hin und vereinigen sich hier zu einem starken ·n. Die beiden Haken werden nun zu einer Zange durch den

Greifring *d* so vereinigt, dass der letztere auf den Federn zu ruhen kommt, der Knoten der Korbstricke indess sich über dem Greifringe befindet. Das Functioniren dieses Apparates ist sehr einfach. Der Luftschiffer soll womöglich, bevor er das Ventil zieht, die Stärke der unteren Luftströmungen durch hinabgeworfene Papierstücke etc. erforschen. Hat er auf diese Art starken Unterwind festgestellt, so wird er auf jeden Fall nur landen, wenn ihn sehr gewichtige Gründe dazu zwingen. Dann aber soll er alle Gondelstricke, bis auf die an der Auslösungszange befindlichen, vorher durchschneiden, um nun im günstigen Moment, wenn der Korb aufsetzt, den Greifring über die Federn zu ziehen. Alsdann muss der Knoten, da die Haken zwei einzelne Stücke werden, durchfallen und daher der Korb vom Ballon getrennt werden.

Die Fälle, wo in der Praxis eine derartige Trennung von Ballon und Korb vollzogen wurde, sind selten. Dem Matrosen Labadie, welcher am 16. October 1870 in Paris aufstieg und bei Dinant in Belgien landete, glückte es mit Hilfe eines Messers den Korb bei einer stürmischen Landung vom Ballon abzuschneiden. Tissandier bemerkte hierzu: „Ce procédé n'est pas très aérostatique mais il a réussi [1]!" Weniger glücklich erging es dem Amerikaner Gower, dieser unternahm am 14. Juli 1885 in Cherbourg eine Ballonfahrt und wurde dabei auf das Meer zugetrieben. Sein Ballon wurde in den nächsten Tagen von einem Schiffe aufgefischt. Der Korb aber war mit einem Messer abgeschnitten. Jedenfalls ist Gower durch den sich zum Segel aufblähenden Ballon nach seiner Ansicht vom Winde immer weiter in die See hineingetrieben worden und hat in Folge dessen versucht, durch Abschneiden dieses verderblichen Segels sein Leben zu retten; leider ist es ihm nicht geglückt. Hierbei muss bemerkt werden, dass alle erfahrenen Luftschiffer dieser Trennung von Korb und Ballon abgeneigt sind. Labadie war ein Matrose und Gower ein Ingenieur, welche beide das erste Mal selbständig eine Fahrt machten. Auch der Apparat des Hauptmann von Brandis, so sinnreich seine Construction auch sonst beschaffen ist, dürfte daher kaum auf praktische Anwendung in diesem Sinne rechnen dürfen. Abgesehen davon, dass in solcher Lage auch der Luftschiffer Schwierigkeiten hat eine so subtile Arbeit auszuführen, giebt er den Ballon als Eigenthümer nicht gern dem Verderben Preis. Er repräsentirt immerhin ein Capital, für welches der Luftschiffer lieber einmal einige körperliche Contusionen auf sich nimmt.

---

1) Tissandier, En Ballon pendant le siège de Paris. Paris 1871.

5. Das Netz.

Der Zweck des Netzes ist, den Druck der Last, welche der
m tragen muss, gleichmässig auf dessen Oberfläche zu vertheilen
ferner dem Ballonstoff gegen die Expansion der Gase eine grössere
erstandskraft zu verleihen. Das Netz muss demnach vor allen
en so beschaffen sein, dass es selbst die Last ohne Gefahr des
issens tragen kann. Die Last (P) besteht aus Tragering, Korb,
r nebst Tau, Luftschiffer und der nöthigen Menge Ballast, um den
n dicht über dem Erdboden schwebend zu erhalten. Oder man
sagen: Das zu tragende Gewicht ist gleich dem Auftriebe des
s vermindert um das Gewicht der fertigen Ballonhülle (incl. Ventil
Appendix) und des Netzes selbst. Da das Gewicht des Netzes,
n nicht eine Reihe Erfahrungszahlen gesammelt sind, nicht bekannt
muss für Berechnungen auf die im ersten Abschnitte beschriebenen
en zurückgegriffen werden. Die Berechnung der Summa der Quer-
itte der Netzschnüre ergiebt sich leicht aus der Formel

$$F = \frac{P}{K},$$

F ist der Querschnitt in Millimeter angegeben.
K der Festigkeitsmodul des verwendeten Netzmateriales.

Als Material wird gewöhnlich italienischer oder russischer Hanf
ommen, seltener Seide. Der amerikanische Luftschiffer Wise em-
l dazu auch Baumwolle.

Der Festigkeitsmodul des Hanfes wechselt je nach der Sorte und
der Stärke der Seile. Nach Weisbach [1]) ist er bei schwachen
seilen = 6,1, bei starken = 4,8.

Je stärker die Windungen des Fadens sind, um so mehr nimmt
b. Da die zum Netzwerke verwendeten Leinen ziemlich schwach
können wir als Mittelwerth 5,5 in den Berechnungen anwenden
st ferner noch die Anstrengung auf Festigkeit zu berücksichtigen,
das Netz in Folge der Knoten zu erleiden hat. Aus diesem
erscheint für das endgültige Resultat eine 20fache Sicherheit
eboten. Bei Annahme dieses Sicherheitscoëfficienten
darauf gerechtfertigt, dass auch stellenweise

chanik.

kleine Fehler im Materiale unschädlich gemacht sind und ein längerer Gebrauch des Netzes ermöglicht ist.

Recht viele und kleine Maschen zu machen ist vortheilhaft. Die Schnüre können in diesem Falle um so viel dünner sein und liefern kleinere Knoten. Die Knoten sind durch den Druck und die Reibung, welche sie auf den Ballonstoff ausüben, für dessen Haltbarkeit sehr nachtheilig.

Für gefesselte Ballons tritt das in verstärktem Maasse hervor. Giffard umging bei der Netzconstruction seines grossen Captivballons

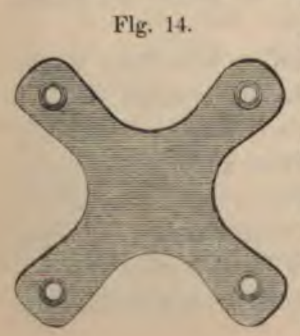
Fig. 13.



der Pariser Weltausstellung 1878 die Verknotung, indem er die Schnüre durcheinander stecken, und damit sie sich nicht verschieben, fest bewickeln liess (s. Fig. 13).

Um auch die Reibung dieser bewickelten Kreuzungspunkte möglichst vollständig zu beseitigen, wurde um jeden einzelnen ein kreuzförmiger geschnittener Lappen aus weichem Leder herumgelegt und befestigt. Solcher Verbindungen besass das Netz 52,000. Die Löcher der Lappen waren, um ein Ausreissen zu verhüten, mit Metallringen eingefasst (s. Fig. 14).

Fig. 14.



Die Gestalt des Rhombus, dessen kurze Diagonale sich zur langen verhält wie 1 : 2, ist für die Masche die allgemein übliche. Das Netz erhält hierdurch eine hinreichende Elasticitat in horizontaler Beziehung. In der senkrechten Richtung fällt die Nothwendigkeit

rzu fort, weil der Ballon nach unten frei vom Netze ist. Unter ·ücksichtigung der gegebenen Gesichtspunkte nimmt man die Grösse Maschen zunächst am Ballonumfang nach Belieben an, jedoch so, s eine durch 4 theilbare Anzahl herauskommt. Die Anzahl der schen bleibt bis zum Ventil hinauf die gleiche, ihre Grösse dagegen ımt stetig ab.

Die Berechnung findet in folgender Weise statt (s. **Fig. 15, Taf. II**). sei a die Breite der Maschen am Aequator. Ihre halbe Länge rde dann ebenfalls um den Werth a sich, nach oben abtragen lassen. raus ergiebt sich, da Winkel

$$\alpha = \frac{360^0}{n}$$

$$r' = r \cos \alpha.$$

In dem Kreise $2 r' \pi$ liegen die Spitzen der Maschen, deren Breite n im Umfange befindet. Diese nächste Knotenreihe muss auf dem ineren Kreise gleichmässig vertheilt sein. Ihre Entfernung wird dem-·h bei n Maschen $= \frac{2 r' \pi}{n}$ betragen.

Setzt man nun für $\frac{2 r' \pi}{n} = a'$, das ist die Breite der nächsten schenreihe, so ergiebt sich daraus leicht die Lage des Kreises, auf n die Spitzen dieser nächsten Maschenreihen sich befinden müssen. › erhaltene Bogenlänge wird nun in Bogengrade für den Radius r rwandelt nach der Formel

$$\alpha' = \frac{180^0 \cdot a'}{\pi \cdot r},$$

·bt für a' den Werth eingesetzt:

$$\alpha' = \frac{180 \cdot 2 r'}{r \cdot n} = \frac{360}{n} \frac{r'}{r}.$$

Hieraus ergiebt sich der Radius des nächsten Knotenkreises

$$r'' = r \cos (\alpha + \alpha').$$

Wer auf diese Weise die Berechnung ausführt erhält ein sehr nau passendes kugelförmiges Netz, bei dem, was sicherlich von ichtigkeit ist, sämmtliche Maschen gleichmässig angespannt werden. **ig. 16, Tafel II**).

Derjenige, dem eine solche zeitraubende Berechnung nicht zusagt, nn sich mit fast derselben Genauigkeit die Abstände der Knotenpunkte

auf einer Maschenschablone für den Ballon mittelst Bleistift und Lineal darstellen.

Zur Ermittelung dieser Schablone wird in derselben Weise verfahren wie bei der halben Bahn. Man benutzt Tabelle IV, macht aber die Maschenbreite am Ballonäquator zum Multiplicandus. Auf dieser Breite als Basis wird dann ein gleichseitiges Dreieck construirt und dessen Seiten verlängert bis sie die Ränder der Schablone wieder treffen. Hier ergiebt sich eine neue Dreiecksbasis. Die Construction der Dreiecke wird fortwährend wiederholt. Nach der Spitze setzt man, weil sie zu klein werden, eine sich gleichbleibende Grösse bis zum Ventilkranz an.

Nach Poitevin wird die Länge des Netzes zu $^1/_3$ des Ballonumfanges angenommen. Bei den ältesten Ballons reichte es nur bis zum Aequator. Von da liefen bereits die Auslaufleinen zur Gondel herab. Man wird sich vorstellen können, dass hierbei starke Reibungen dieser Leinen am Ballon oft unvermeidlich waren. Aus diesem Grunde wurde das Netz bald länger gestrickt. Bestimmend auf die Länge ist die Grösse und Entfernung des Trageringes vom Ballon. Wo die an diesem befestigten Auslaufleinen den Ballon tangiren, kann das Netz aufhören. (**Fig. 17, Taf. II.**) Sind die Verhältnisse des Tragringes zum Ballon bestimmt, so lassen sich die Punkte, wo das Netz aufzuhören hat, leicht durch Rechnung ermitteln. In der Figur sind bekannt AB, AM und r.

Da $\sphericalangle MCB = \sphericalangle MAB = R$ beträgt, ist $AMCB$ ein Kreisviereck. Zieht man die Diagonale $AC = c$ und $BM = d$ so ist:

$$\sphericalangle ACB = \sphericalangle AMB \qquad \sin AMB = \frac{AB}{d} \qquad d = \sqrt{AM^2 + AB^2}$$

ferner

$$\sphericalangle ABM = \sphericalangle ACM = R - \sphericalangle ACB$$

und

$$\sin MBC = \frac{r}{d} \qquad \sphericalangle ABC = \sphericalangle ABM + \sphericalangle MBC$$

folglich

$$\sphericalangle CAB = 2R - (ABC + ACB).$$

Demnach sind in dem $\triangle ACB$ alle Winkel und eine Seite AB bekannt.

Es ergiebt sich daraus nach dem Sinussatz:

$$\frac{x}{\sin CAB} = \frac{AB}{\sin ACB} \text{ oder } x = \frac{AB . \sin CAB}{\sin ACB}.$$

Die Grösse x giebt uns die Seitenlänge des conischen Auslauf-
es an.

Ziehe $CE \perp MA$ so ist $\triangle MCE \sim \triangle MCD$
folglich $\sphericalangle MDC = \sphericalangle MCE = \sphericalangle a$
nun ist $EC = r \sin EMC$ und $\sphericalangle EMC = 2R - \sphericalangle ABC$
$f \sin MCE = \sin a = \frac{EC}{r}$.

Daraus wird der Werth des Winkels a gefunden, welcher zum adranten addirt, das Aufsuchen des Endpunktes C' vom eigentlichen ze ermöglicht. Man findet nun leicht, wie viel Maschenreihen noch ustricken sind, wenn man $\sphericalangle a$ auf der errechneten Netz-Hemisphäre h unten abträgt. Zum Stricken des Netzes müsste eigentlich eine ablone für die Abstände jeder einzelnen Knotenreihe gefertigt werden. aber diese Art der Ausführung umständlich und schwierig ist, wird wöhnlich der Abstand zweier Knotenreihen, d. i. die Länge einer sche bei langgezogenem Netz als Schablone für das Stricken benutzt. r hierbei gemachte Fehler kommt in der Praxis nicht zur Geltung. e oberste Maschenreihe wird auf einem Tauring aufgezogen, der nau um das Ventil herum passt.

Von der untersten Maschenreihe beginnt der systematische Ueber-ng in das Auslaufnetz. Dieses System liegt dann in der Mantel-iche eines Kegels. Die Maschen werden von nun an immer zu je eien zusammen genommen. Hierdurch vermindert sich die Maschen-hl bei jeder neuen Reihe um die Hälfte. Dies Verfahren einige ale wiederholt, führt schliesslich zu einer Maschenanzahl, welche der r Auslaufleinen gleich ist. Es ist zu beachten, dass die Stärke der einen des Auslaufnetzes für jede Maschenreihe nach dem oben aufge-ellten Princip zunimmt. Ferner dürfen diese Maschen nicht verknotet erden. In solchem Falle würden die zwei zusammenliegenden Maschen-iten, sobald der Ballon etwas Gas verliert, mehr als die andern an-strengt werden, während bei gleitender Verbindung die Längen sich n selbst so reguliren, dass die Belastung der einzelnen Leinen eine gleiche ird. Giffard stellte bei seinem grossen Captifballon (1878) diese Ver-ndung mittelst Rollen her. Adrien Duté Poitevin fertigt für jede asche eine einfache Schleife in der sich die Maschenspitzen frei be-gen können. An ihren Enden werden die Auslaufleinen mit Schlaufen rsehen, um sie bequem an den am Trageringe befindlichen Knebeln festigen zu können.

Ist das Netz in dieser Weise vollständig fertig gestellt, so erfolgt die Anbringung der Sturmleinen, welche zum Befestigen und Halten des Ballons gegen Windstösse bei der Füllung und nach der Landung dienen. Der höchste Theil des Ballons, das Ventil, bietet hierbei einen guten festen Anknüpfungspunkt. Die Befestigung hat indess den Nachtheil, dass die Befestigungspunkte am Erdboden in einem ziemlich grossen Kreise um den Ballon herumgezogen werden müssen, um ein Einschneiden der Sturmleinen in die obere Ballonealotte zu verhüten. Solche Entfernungen machen eine Vermehrung der Bedienungsmannschaften erforderlich. Ferner fallen diese Leinen nach dem Loslösen bei einer geringen Schwenkung des Ballons leicht alle auf eine Seite und sind alsdann bei grösserer Anzahl schwer nach Reihenfolge ihrer Befestigungen oben zu ordnen. Aus diesen Gründen ging man in Frankreich früh dazu über, die Sturmleinen mit dem Netz in Höhe des Ballonäquators zu vereinigen.

Hierzu wird am Aequator des Ballonnetzes ein zweites Auslaufnetz angestrickt, welches in die Sturmleinen, deren Zahl gewöhnlich der der Auslaufleinen gleich gemacht wird, übergeht. Die Aërostiers zur Zeit der ersten Republik construirten es in primitiver Weise dadurch, dass sie nach der Anzahl der Sturmleinen die Maschenzahl theilten und die erhaltenen Partien allmählich zu einer Masche ausstrickten (vgl. Theil I, Abbildung 39). Später wurde die Befestigung der der Auslaufleinen gleich gemacht (**Fig. 18, Taf. II**). Um die Länge des Netzes etwas einzuschränken, wurde von Adrien Duté Poitevin die in **Fig. 19, Taf. II** veranschaulichte Construction vorgeschlagen. Sie ist bereits vordem von Giffard gemacht worden; letzterer benutzte sie aber nur dazu, um während der Füllung an seinem grossen Ballon captif von 1878 die Sandsäcke befestigen zu können. Nach der Füllung wurde dieses Netz abgenommen.

In der Praxis sind bisher die Netze kaum mit so grosser Sorgfalt ausgeführt worden. Gewöhnlich bestimmt der Luftschiffer den Abstand der Knoten an einer Anzahl Stellen seiner Schablone. Die Differenz dieser Abstände zwischen den errechneten Schablonenbreiten ist meistens so gering, dass eine Störung des Verhältnisses der Diagonalen der Maschen mit dem Auge kaum bemerkt wird, wenn bei zweien oder dreien hintereinander auf dieselbe Breite gearbeitet wird. Die zum Ventil gehenden Maschen werden ferner nicht so klein gemacht, wie sie nach der Theorie werden müssten. Es ist Brauch, die Maschen um das Ventil herum in derselben Grösse zu stricken, wie die in Höhe des

sten Theils des halben Umfanges vom Ventil herab. Dadurch wird rlich das Verhältniss der Diagonalen nach oben fortwährend verben; die Schnüre kommen immer enger zusammen und sollen auf e Art dazu beitragen, dem durch den Gasdruck am meisten beanchten Theil des Ballons mehr Widerstandskraft zu verleihen. Anrseits soll dieses Zusammenziehen des Netzes auch eine geringere pannung im Gefolge haben und es werden die Schnüre desselben len oberen Theilen von den meisten Luftschiffern von geringerem rschnitt gemacht um an Gewicht und Material zu sparen. Adrien é Poitevin unterscheidet bei dem oberen Theil des Netzes drei en, in der obersten macht er den

Querschnitt um $^1/_3$,
in der zweiten um $^1/_5$,
in der dritten um $^1/_{10}$ geringer.

Die Ermittlung des Querschnitts der zu verwendenden Schnüre lgt nach der Formel:

$$F = \frac{20 \cdot P}{K \cdot 2n}$$

n ist P das zu tragende Gewicht,
K das Festigkeitsmodul,
n die Anzahl der Maschen.

ss z. B. der Ballon ein Gewicht von 1000 kg tragen können und das Netz 100 Maschen besitzen, so ergiebt sich nach obiger Formel

$$F = \frac{20 \cdot 1000}{5,5 \cdot 200} = 18,18 \text{ mm.}$$

n ist der Querschnitt

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = 18,18$$

glich der Durchmesser der einzelnen Schnur

$$d = \sqrt{\frac{18,18 \cdot 4}{\pi}} = 4,82 \text{ mm.}$$

Von der Construction dieses gewöhnlichen Maschennetzes ist im ıfe der Zeit von vielen Luftschiffern abgewichen worden. Besonders ıfig wurde die oberste Calotte aus Stoff gefertigt. Diese Einrichtung gehrte namentlich grosse Vortheile für Captifballons. Hierbei diente die ere Netzdecke gleichzeitig als Schutz gegen schlechte Witterung und chwerte die Diffussion der nach oben drängenden leichteren Gase. dreani hatte um seine Montgolfiere ein quadratmaschiges Netz ge-

legt. Ein solches besitzt die Eigenschaft jegliche Ausdehnung des Stoffes zu verhindern und das zumal wenn, wie bei dem ebenerwähnten die Quadrate noch mit Diagonalschnüren versehen waren. Construirt man ein quadratisches Netz in der Weise, dass der Ballon sich auszudehnen vermag, was leicht durch Grössermachen der Parallelkreise erreichbar ist, so ruht die gesammte Last allein auf den meridienartig von oben nach unten laufenden Stricken. Solches Netz verdient schon mehr den Namen eines Meridiannetzes. Eine derartige leichtsinnige Construction ohne Parallelkreise brachte der amerikanische Luftschiffer La Mountain an seiner Montgolfiere an. Durch geringe Schwankungen der Luftkugel wurde zwischen zwei Meridianen eine Lücke geschaffen, aus welcher schliesslich der Ballon heraustrat. La Mountain ereilte, indem er aus grosser Höhe mit Netz und Gondel herabstürzte, der Tod. (4. Juli 1873.) [1])

---

5. Der Trageriug.

Die Auslaufleinen des Ballonnetzes sind an einem Tragering befestigt, welcher somit die Verbindung zwischen Ballon und Korb (oder Gondel) vermittelt. Dieser Ring kann aus Holz oder Metallröhren hergestellt werden. Seine Grösse, die wir bei den Berechnungen des Netzes als bekannt angenommen haben, ist keine beliebige. Der Durchmesser muss wenigstens so bemessen sein, dass der Luftschiffer mit Leichtigkeit hindurchklettern kann; im übrigen richtet er sich nach der Grösse des Ballons. Mit dem Wachsen des Durchmessers steigern sich die Schwierigkeiten der Herstellung. Er muss unter allen Umständen die nöthige Festigkeit besitzen, um sowohl den Zug des Ballons nach oben, als den der Gondel nach unten ohne Formenveränderung ertragen zu können. Fernerhin soll auch seine Elasticität ein Aufschlagen auf den Erboden bei der Landung aushalten. Nach der einen Seite hin werden am Trageringe die Knebel für die Auslaufleinen, nach der entgegengesetzten, die grösseren für die Haltestricke des Korbes befestigt. Für

---

1) S. Le Tour du Monde XXIX.

m der Knebel, welche aus einem harten Holze zu drehen sind, ie in der **Fig. 20, Taf. II** dargestellte, von Adrien Dutó in als Muster dienen.

---

6. Der Korb.

er Korb (die Gondel) dient zur Aufnahme der Luftfahrer, der t und des Ballastes. Vom Princip der Leichtigkeit ausgehend, nan ihn so klein, als es zulässig ist und aus Flechtmaterial von m Gewicht. Die Sicherheit der Luftfahrer darf indes dabei nicht iden kommen. Das Flechtwerk muss demnach eine genügende it und Elasticität, der Bord des Korbes eine gewisse Höhe und andsfähigkeit, die Haltestricke eine bestimmte Stärke und gegen uern geschützte Lage besitzen. Weiden haben sich als wohlfeiles, und dauerhaftes Flechtwerk bewährt und werden daher fast allgerwendet. Eine längere Haltbarkeit des Korbes erhält man, wenn die rs angestrengten Theile aus spanischem Rohr geflochten werden. che würden der Boden und der Bord des Korbes anzusehen Jm das Geflecht gegen ein Zusammendrücken bei der Landung iher zu machen, werden häufig Lagen von spanischen Rohr in is 20 cm hineingeflochten. Viele suchen das Geflecht auf Kosten ltbarkeit zu erleichtern, indem sie es in durchbrochener Arbeit n lassen. Die Haltestricke müssen in das Geflecht hineingelegt ter dem Korbboden durchgeführt werden. Ihre Stärke ergiebt s den für die Netzconstruction aufgestellten Grundsätzen.

s ist ein Uebelstand, dass man sie eingeflochten, niemals revi- ann. Rathsam ist es daher, sie von vornherein etwas stärker zu , gegen Einflüsse der Feuchtigkeit zu präpariren und Sorge zu dass sie sich nirgends scheuern können. Als Mittel gegen die gkeit wird ein Eintauchen der Stricke in siedendem Talg oder andeln mit Vaseline empfohlen.[1]) Die Anzahl der Haltestricke Ermessen des Constructeurs anheimgegeben. Zu viele behindern lie freie Aussicht, besonders vom gefesselten Ballon aus. Ihre

---

Seiler-Zeitung, Jahrgang VII, S. 42, 135.

Abnutzung geht auch schneller vor sich als bei wenigen stärkeren, weil sie mehr Oberfläche bieten, welche der Verwitterung ausgesetzt ist. Das Tränken in fettige Substanzen vermag die Verwitterung hinauszuschieben aber nicht zu verhindern. Theile, die häufig angefasst und gescheuert werden, verlieren bald die durch das Drehen empfangene Härte, die Litzen lockern sich und lassen so der Feuchtigkeit Zutritt in die inneren weniger durchfetteten Theile des Strickes. Die Stellen, welche besonders schnell der Abnutzung unterworfen sind, befinden sich am Bord, wo die Haltstricke aus dem Flechtwerk heraustreten. Alle Schutzhüllen dieser so angestrengten Theile haben, da sie die Verdunstung der eingedrungenen Feuchtigkeit hindern, den Nachtheil, das Uebel nur zu vergrössern.

Die Form des Korbes spielt keine Rolle. Für ihre Haltbarkeit ist zu beachten, dass scharfe Kanten vermieden werden. Die Höhe muss eine gewisse Sicherheit gegen das Herausfallen bieten, was beim freien Ballon bei der Landung, beim gefesselten bei starken Schwankungen sich sehr wohl ereignen kann. Um einer vorzeitigen Abnutzung des Korbbodens vorzubeugen, wird dieser aussen mit einigen starken Holzleisten versehen.

Zur richtigen Aufhängung des Korbes müssen die Haltestricke besondere Längen haben. Der Tragering muss vom Borde aus bequem zu erreichen sein und sich genau über der Mitte des Korbes befinden, d. h. wenn die durch den Tragering und durch den Bord bestimmten Ebenen parallel laufen, muss eine Senkrechte in dem gedachten Mittelpunkt der Trageringebene durch den Schwerpunkt des Korbes gehen. Die Haltestricke werden an ihren Enden mit Schlaufen versehen, um sie über die am Ringe befestigten Knebel hinüberziehen zu können.

Fig. 21.

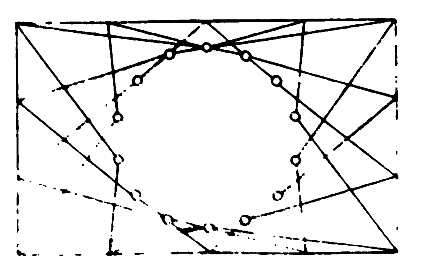
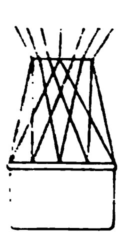


Fig. 21a.



In Frankreich wurde in der letzten Zeit eine neue Aufhängung (suspension croisée) probirt. Jeder Befestigungspunkt des Korbes ist

imlich mit zwei auseinanderliegenden Punkten am Trageringe verınden worden (s. Fig. 21, 21*a*). Diese Einrichtung ist aus der Netzconruction Dupuy de Lome's hervorgegangen und bezweckt eine starre erbindung zwischen Ring und Korb. Um die Kraft der Aufstösse eim Landen abzuschwächen, sind ebendaselbst die senkrechten Korbände nach unten über den Boden hinaus, ohne Verbindung an den anten verlängert worden. Dem Vernehmen nach soll die Elasticität ieser Einrichtung den gewünschten Erfolg sichern.

Die weitere innere und äussere Austattung des Korbes bleibt der equemlichkeit und dem Geschmack der Luftfahrer überlassen.[1])

7. Ballon-Zubehör.

Ballonzubehör begreift Alles in sich, was nicht mit der Construction es Ballons eng verknüpft ist. Dahin sind zu rechnen die Apparate im Landen, die Ballastsäcke und Instrumente.

a. Apparate zum Landen.

Das Landen eines Ballons wird durch das Ventil eingeleitet und ırch ein Zusammenwirken von besonderen Landungs- und Verankerungspparaten bewerkstelligt. Es muss dabei einmal die Fallgeschwindigit des Ballons vermindert, dann aber auch seine Fesselung gegen n Wind auf dem Erdboden möglich gemacht werden; das erstere rd theilweise schon dadurch bewirkt, dass der Luftschiffer, nachdem die Landung durch den Zug am Ventil eingeleitet hat, fortwährend rch Ballastauswerfen das Fallgewicht des Ballons erleichtert. Er muss nach streben, das Zunehmen der Fallgeschwindigkeit auf diese Art zuheben, den Ballon über dem Erdboden ins Gleichgewicht mit umgebenden Luft zu bringen. Bei dem beständigen Wachsen der schwindigkeit gegen das Ende der Niederfahrt erscheint es geboten, sondere Sicherheitsmassregeln zu ergreifen. Wir finden bei den meisten ftschiffern für diesen Zweck ein Schlepptau im Korbe. Das ist ein

1) L'Aéronaute, 1882, p. 65. — Principes de la construction d'un ballon par rien Duté Poitevin, ferner p. 22 L'Aéronaute 1883, p. 64.

gewöhnliches Ankertau von 60 bis 100 m Länge, welches man lang herunterhängen lässt. Vollzieht sich die Landung, so wird der Ballon durch das nach und nach erfolgende Auflegen des Taues auf den Erdboden allmählich entlastet, der Stoss somit verringert. Das Tau erleichtert ferner durch seine Reibung auf dem Erdboden das Fesseln des Ballons mit Hilfe des Ankers. Um diese Reibung zu vergrössern sind Vorschläge gemacht worden, es mit Stacheln zu versehen. Die Gefahr, welche aber für hinzueilende und darüber nicht instruirte Menschen in der Anwendung eines solchen Stacheltaues liegt, dürfte letzteres von selbst verbieten. Der bekannte Luftschiffer Yon hatte eine bessere Idee: er versah das Tau mit zahlreichen Stoffbüscheln, welche beim Hinstreichen über den Erdboden, vielerlei Objecte mitrissen und dabei die Reibung mehr und mehr verstärkten. Späterhin führte derselbe statt des Taues ein breites Schleppband ein, das aus Hanf gefertigt und auf beiden Seiten mit Stäbchen versehen war, so dass es gewissermassen einer Feile glich. Die Versuche hiermit sollen sehr günstig ausgefallen sein.[1]) Andere haben sich dadurch zu helfen gesucht, dass sie Ballastsäcke einige Meter unter dem Korbe hängend anbrachten.

Das Fesseln des Ballons mit Hilfe des Ankers ist vom Winde und von der Art des Bodens, auf dem sich die Landung vollzieht, abhängig. Das Ideal der Fesselungsvorrichtung wird derjenige Apparat sein, welcher unter allen Verhältnissen, die sich aus der Wechselwirkung dieser beiden Factoren ergeben, sicher functionirt. Voraussichtlich wird solche Vollkommenheit nie erreicht werden, denn es ist klar, dass die Ankerarme z. B. in Fels nie eindringen werden. Von einem geschickten Luftschiffer verlangt man aber auch, dass er einen geeigneten Landungsplatz von oben erkenne und mit Sicherheit erreiche. Um aber die Fesselungsgeräthe ihrer Vollendung möglichst zu nähern, ist ein leichtes Eingreifen der Ankerarme und ein sicheres Festhalten derselben anzustreben. Beides ist annähernd zu erreichen durch besondere Construction der Anker und des Ankertaues. Es wird sich das aus der Schilderung einer Landung mit dem gewöhnlichen Anker gleich ergeben. Der herabgelassene Anker berührt den Erdboden, sein Arm stellt sich in Folge des sich niederlegenden Ankerstocks richtig zum Eingreifen ein.

Darauf beginnt das Tau sich zu spannen. Anfangs überwindet die Schwere des Ankerstocks die Spannung, er wird etwas vorwärts gezogen, während die Ankerflüen in das Erdreich dringen. Der Stock

---

1) La Science en Ballon par W. de Fonvielle, p. 45. Paris 1869.

gt jetzt nicht mehr allein durch sein Gewicht danieder, sondern er ird nun auch durch die Flüe mit niedergehalten. Dann kommt der fährliche Moment, wo die Spannung des Taues den Ankerschaft nach ben in seine Verlängerung zu richten bestrebt ist. War der Boden art, so hatte der Arm nicht genügend Zeit, um einzudringen. Beim ufrichten des Schaftes bricht die kleine Masse haltender Erde unter em plötzlichen Stoss der Zugkraft ab und der Anker springt vermöge er Elasticität des gespannten Taues in die Höhe, um zu nicht geringer efährdung etwa herbeieilender Leute auf einer nicht vorherzusehenden Stelle mit grosser Gewalt wieder herniederzufallen.

Bei weichem Boden wird der Arm bei Voraussetzung des gleichen Windes tief genug eindringen; er bedarf hier weniger Zeit dazu, richtet sich aber der Schaft auf, so durchfurcht er den Boden und dieses Fassen und Durchfurchen wird sich hintereinander so lange wiederholen, bis die Einwirkung des Windes auf den Ballon eine schwächere geworden ist, bis sich beide Kräfte das Gleichgewicht zu halten vermögen.

Hieraus ergiebt sich, dass man folgende drei Punkte beachten muss:

1) Die Zugkraft muss möglichst horizontal auf den Anker wirken.
2) Die Zugkraft muss möglichst allmählich, nicht durch plötzlichen Stoss auf den Anker einwirken.
3) Eine Vermehrung der Fesselungsorgane, d. i. der Ankerarme.

Bezüglich des ersten Punktes hat sich der Vorschlag des Luftschiffers Sivel, einen ledernen Ballastsack, ca. 10 bis 20 m, vom Anker am Ankertau zu befestigen, für die Praxis als brauchbar erwiesen. Dieser Sack trägt zudem noch dazu bei, den Stoss bei der Landung zu vermindern.[1])

Verschiedentlich sind die Mittel, welche die Umwandlung der Zugstosskraft in eine stetig zunehmende Zugkraft des Ankertaues erstrebten. Abgesehen davon, dass der Anker bei dem Stoss nicht fasst, wird dabei das gesammte Material, der Anker, das Tau, der Tragring, an dem letzteres befestigt ist, das Ballonnetz und die Haltestricke des Korbes, im höchsten Grade angestrengt. Die Erschütterungen theilen sich in unangenehm fühlbarer Weise den Luftschiffern mit. Ein Zerbrechen oder Zerreissen des einen oder anderen Theiles ist daher nicht ausgeschlossen und auch thatsächlich öfter passirt. Die einfachsten Vorschläge zur Ab-

1) L'Aéronaute 1872, p. 30.

hilfe bestehen in der Anwendung von Kautschukeinsätzen in das Ankertau. Zeise[1]) wollte hierzu ein Stück Schlauch verwenden in dem das Ankertau in verhältnissmässig grösserer Länge eingebunden war, während der Luftschiffer Verrecke (derselbe, welcher 1870/71 in Bayern gefangen genommen wurde), ein kurzes Kautschukband in das Ankertau in der Weise einschalten wollte, dass das Kabel in Spiralen um dieses Kautschukband herumgewickelt wurde.[2]) Giffard befestigte das Ankertau an einem starken Kautschukring, welcher um den Tragering gelegt war.[3])

Auf einem besseren Princip beruht der von Sivel erfundene Reiber (Frotteur). Sivel lässt nämlich das Ankertau unter stetig zunehmender Reibung sich allmählig abwickeln. Ueber diesen Reiber sind die verschiedensten Vorschläge und Constructionen veröffentlicht und erprobt worden. Der Reiber kann direkt hinter den Ankerring angelegt werden, indem man das Kabel zu einem doppelten zusammenlegt in der Weise, dass die Halbirungslinie über einer an der Gondel befestigten Rolle liegt. Tritt der Reiber in Function, so läuft er am Kabel aufwärts zur Rolle hin. Ebenso kann auch der Reiber direct an der Gondel befestigt sein und hier das Kabel durchgleiten lassen. Noch andere Constructionen sind verschiedentlich von Franzosen erdacht worden. Sivel befestigte anfangs an dem langen Ankertau in gewissen Abständen Hülsen (Cosse) aus Kupfer, die der Länge nach aufgeschnitten um das Kabel gelegt und dort durch Kautschukbänder zusammengebunden wurden. Beim Landen warf er zunächst dieses Kabel aus, dann folgte mit einem Gleitstück auf diesem laufend an einem kurzen Tau der Anker.

Das Gleitstück nahm nacheinander die Hülsen auf und vermehrte somit die Reibung, indem es dieselben vor sich her schob.[4]) Da der praktische Versuch viele Nachtheile zu Tage brachte verbesserte Sivel den Apparat (Fig. 22) in der Art, dass er zwei runde eiserne Scheiben, durch deren Mitte das Kabel lief, durch 5 bis 6 runde Stäbe verband. Diese Stäbe dienten zugleich als Achsen für ebenso viele drehbare kupferne Cylinder, welche durch eine Umwicklung von Kautschukband gegen das

---

1) Die Aëronautik früher und jetzt nebst theoretischen und praktischen Vorschlägen zu einer vervollkommneteren Luftschifffahrtskunst. Altona 1850.

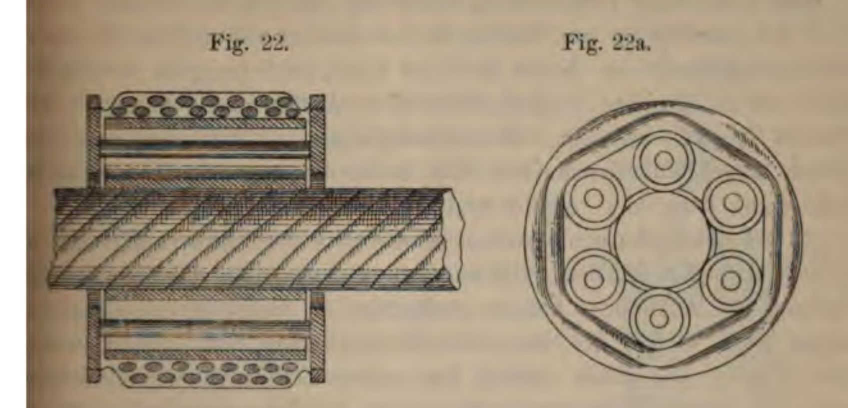
2) L'Aéronaute 1872, p. 30.

3) La Science en Ballon par W. de Fonvielle, p. 116. Paris 1869.

4) Ibid. 1874, p. 59.

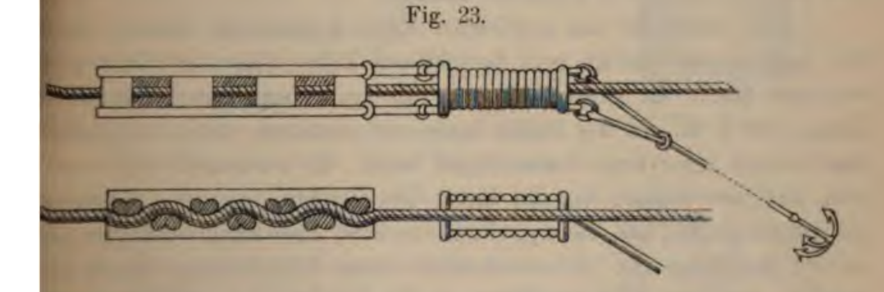
nel gepresst wurden.[1]) Pénaud will den Reiber in das Gleitstück eingelegt wissen. Er will zunächst eine durch umwickelte Kaut-

Fig. 22. Fig. 22a.



hukbänder angepresste Hülse und dahinter eine nach der Figur mit ogen versehene Hülse, durch die sich das Kabel hindurchwinden muss, wenden [2]) (s. Fig. 23). Die Sivel'schen Reibhülsen geben eine plötzliche

Fig. 23.



nahme der Reibung, die Pénaud'schen liefern eine sich stets gleichbende Reibung.

Jobert machte den Vorschlag, den Ankerschaft hohl zu construiren durch diesen das Kabel durchzuführen. Die hinter dem Anker ndlichen Reiber sollten am Ankerschaft ihre Arretirung finden. Er bte der Druck von hinten würde auch bes[illegible]stig auf das

1) L'Aéronaute 1874, p. 223.
2) Ibid. 1874, p. 60.

Eindringen der Ankerarme in den Boden einwirken. Um die Reibung nach und nach zu steigern wollte er das Kabel conisch gestalten.[1]

Eine bedeutende Verbesserung bietet der Apparat des Capitän Krebs, weil bei ihm sowohl am Gleitstück des Ankers als auch im Korbe ein Reiber angebracht ist. Krebs lässt das Kabel als Schlepptau herabhängen und hat an ihm das Gleitstück mit dem Anker an einem sechs Meter langen Tauende befestigt. Das Gleitstück steht durch eine dem Kabel gleich lange Manövrirleine mit dem Reiber am Bordrand in Verbindung. Sein Gang kann hier regulirt und auch angehalten werden.[2]

Der schmiedeeiserne Anker besteht aus dem Ankerschaft mit den beiden Ankerarmen, dem Ankerstock und Ankerring. Die herzförmigen Spitzen der Ankerarme heissen Ankerflüe. Uebersteigt die Anzahl der Arme zwei, so fällt der Stock fort. Der Ankerring dient zum Befestigen des Kabels. Die Flüen werden von manchen Luftschiffern fortgelassen, weil ihre breiten Schneiden an Steinen in der Erde leichter Widerstände gegen ein tieferes Eindringen finden als gewöhnliche scharfe Spitzen.

Das Streben, die Fesselungsorgane zu vermehren, hat den Capitän Renard dazu geführt nach den Ideen des Capitän de la Haye eine Ankeregge zu construiren. Ueber diese berichtet Adrien Duté Poitevin im L'Aéronaute folgendermaassen:

„Der Anker ist eine gegliederte Egge, doppelt mit Zähnen besetzt. Sie entfaltet sich leicht und besteht aus zehn doppelten Zähnen aus weichem Stahl; ihr Gewicht beträgt 45 kg. Ausgebreitet hat sie eine Länge von 5 m. In der Breite laufen zwei Leisten, um zu verhindern, dass sie auf einer ihrer Seiten liegen bleibt. Es wird leicht verständlich sein, dass der leiseste Zug an ihrem Tau genügt, wenn sie fassen soll: sie nimmt alsbald die richtige Form an und ihre Zähne dringen leicht in den Erdboden ein. Sie wird nach ihrem Ende breiter, um zu vermeiden, dass die hinteren Zähne in die Furchen der vorderen greifen. Wir verdanken sie Capitän Charles Renard, der die Güte hatte, mich mit der Construction zu beauftragen. Seit fünf Jahren haben wir jedesmal, wo wir uns ihrer bei unseren Auffahrten bedient haben, gute Resultate erzielt."[3]

Um die Reibung auf dem Erdboden beständig zu vermehren, wollte Jobert einen Ankersack (Fig. 24, 24a) anwenden. Er besteht aus

1) L'Aéronaute 1880, p. 179; 1874, p. 304.
2) Ibid. 1883, p. 65.
3) Ibid. 1882. —

eisernen Ring, an dem ein 3 bis 4 m langer Sack befestigt ist. Boden des letzeren ist eine Eisenblechscheibe. Der Ring ist mit Flüen besetzt, von denen ein sechs-er Bügel zum befestigen des Kabels ıft.

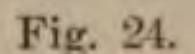
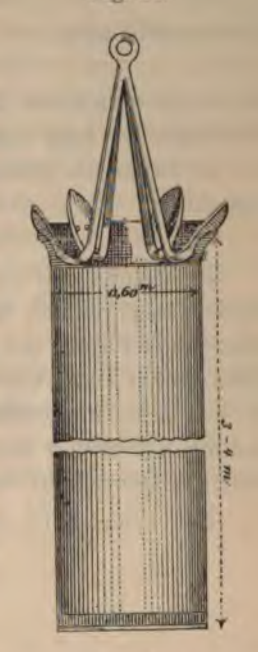


Fig. 24.



Beim Schleifen über den Erdboden soll rer, durch die Flüen aufgelockert, in den hineinfallen und durch sein zunehmendes cht die Reibung beständig vermehren.[1]) reifelhaft wird für felsige Gegenden dieser rsack mehr Chancen für die erfolg- Fesselung eines Ballons bieten, als d ein anderer Anker. Es werden in u sicherlich sehr bald Steine und Geröll Sack ausfüllen. Fahrten, welche in der grosser Seen oder des Meeres gemacht en, erheischen zu besonderer Vorsicht die ıhme des Sivel'schen Ankerconus. Dieses h ist dem Ankersack ähnlich, entbehrt der Flüen und hat eine von der Gondel zu öffnende Bodenklappe.[2])

Fig. 24a.



Die Zahl der hervorzuhebenden mannig-n Landungs-Vorrichtungen ist hiermit er-ıft. Es bleibt demnach nur noch übrig, e Betrachtungen über den Winddruck stellen, weil auf Grund desselben die e des Kabels ermittelt werden muss. Nach n's Meteorologie hat starker Wind eine hwindigkeit von 11 bis 17 m. Sturm solche von 17 bis 28 m. Nun ist der k des Luftstromes P auf eine ruhende e normal zu seiner Richtung

$$P = \zeta\, d\, \frac{F v^2}{2 g} \text{ kg.}$$

bedeutet ζ einen Erfahrungscoëfficienten, der je nach der Grösse Fläche zwischen 1,86 und 3 wächst, d das Gewicht von 1 cbm

1) L'Aéronaute 1874.

2) Ibid. 1872, p. 160, 162; 1882, p. 91.

Luft = 1,29 kg, F die Grösse der Fläche in Quadratmetern und Geschwindigkeit des Luftstromes in Metern pro Secunde.

Nimmt man

$$v = 1 \text{ und } F = 1 \text{ qm}$$

an, so ergiebt sich:

$$P = 0{,}123 \text{ kg},$$

das ist der Druck der Luft auf einen Quadratmeter bei 1 m Win schwindigkeit. Legt man ferner für die grösste Windgeschwindi die von 25 m pro Secunde zu Grunde, so beläuft sich der Druck 1 qm auf

$$25^2 \,.\, 0{,}123 = 76{,}875 \text{ kg}.$$

Es bedarf somit nur noch einer Multiplication mit der in Qua metern ausgedrückten Grösse der durch die Ballonhülle dem W dargebotenen Fläche, um den Gesammtdruck in Kilogramm zu finden. Fläche nimmt Poitevin die Ebene des grössten Kugelkreises, multip mit dem Reductionscoëfficienten $^1/_2$. Letzteres geschieht, weil bei Landung der Ballon sich sehr zusammenlegt, also einen erheblich kleinerten Querschnitt bietet.

Den Querschnitt des Kabels F findet man dann aus der For

$$F = \frac{P}{5{,}5} \text{ in qmm.}$$

b. Ballastsäcke.

Die Ballastsäcke haben gewöhnlich einen Boden von 0,3 Durchmesser und eine Höhe von 0,60 m. Sie sind aus fester g Leinwand oder Zwillich verfertigt und mit Bindfaden genäht. Der verstärkte Rand ist mit vier gleichweit von einander entfernten säumten Löchern versehen. Durch je zwei nebeneinanderliegende eine Schnur gezogen. Die vier Enden dieser Schnüre werden auf Länge von ca. 0,40 m vereinigt und mit einem mit Leder oder umnähten eisernen Haken versehen, zum Anhängen des Sackes. solcher Sack enthält ca. 10 bis 15 kg trocknen durchsiebten Sand.

[illegible] Instrumente.

Theils [illegible] theils zur Führun Tagebuches [illegible] Reihe von Instrum

ig, welche daher mit zur Ausrüstung des Ballons gerechnet werden sen. Die Beobachtungen beziehen sich auf die Höhe des Ballons, Temperatur und den Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft, auf Weg, den der Ballon einschlägt und die Zeitdauer der Fahrt.

Daraus folgt, dass zur Ausrüstung ein Barometer, Thermometer Hygrometer, ferner eine gute Uebersichtskarte und ein Doppel-ectiv gehören. Ausserdem natürlich eine richtig gehende Uhr. Schwierigkeiten für Beobachtungen im Ballon sind bei dem häufig chnellen Wechsel der Naturerscheinungen grosse. Die Resultate sind er stets nur als annähernd richtige zu betrachten, einmal, weil es nicht t möglich ist, dass ein Mensch die Aufzeichnungen der vielen In-mente gleichzeitig abliest, dann auch, weil letztere selbst dem Wech-der Erscheinungen nicht zu folgen vermögen. Am unzuverlässigsten hierin die Thermometer. Für Nachtfahrten ist das Mitnehmen einer rischen Glühlichtlampe zum Ablesen der Instrumente nothwendig. wissenschaftliche Fahrten wird die Ausrüstung mit Instrumenten den Zwecken entsprechend vollkommenere sein müssen. Die An-gung derselben am Korbe muss einen schnellen und bequemen Ge-ch gestatten.

---

8. Gefesselte Ballons.

Ein echter Luftschiffer liebt den gefesselten Ballon nicht. Das ist r erklärlich, denn er vermag nicht den Genuss einer freien Ballon-t zu bieten, und man ist zudem in ihm viel grösseren Gefahren gesetzt. Sonderbarerweise wagen trotzdem die meisten Menschen eher den Korb eines gefesselten, wie den eines freien Aërostaten besteigen. Während der letztere im Gleichgewichte ruhig mit den iden dahinfliegt, findet beim gefesselten ein beständiger Kampf zweier fte, des Auftriebes und des Winddruckes statt. Das Material l bei den oft plötzlich auftretenden Windstössen häufig bis zur igkeitsgrenze angestrengt. Die Geschichte hat uns genügend Fälle ezeichnet, bei welchen der Captivballon den Elementen zum Opfer

Abgesehen vom Winde bleibt zu beachten, dass der gefesselte stat auch ein vorzüglicher Blitzableiter ist.

Nichts desto weniger kann er aber unter Umständen ein brauchbares Observatorium bilden, und es erscheint daher gerechtfertigt, ihn zu vervollkommnen.

Wie schon bei der Anfertigung der Ballons erwähnt wurde muss die Festigkeit des Materials und Sorgfalt der Bearbeitung bei Captivballons eine bessere sein.

Die ihnen anhaftenden Fehler. welche ihre Verwendung oftmals unmöglich machen sind nun folgende:

1) Schwankungen und Drehungen des Korbes.

2) Niedergedrücktwerden des Aërostaten.

Beide werden durch Winddruck verursacht und können durch eine zweckmässige Fesselung des Ballons und Aufhängung des Korbes sowie durch Anwendung von Drachenflächen auf ein Minimum reducirt, wohl aber nie vollständig aufgehoben werden.

Die einfachste und demzufolge am meisten gebräuchlichste Fesselung besteht in der Befestigung eines Kabels am Trageringe. Um dabei den Zug auf letzteren, sowie auf die Auslaufleinen des Ballonnetzes auch gleichmässig zu vertheilen, muss der Befestigungspunkt in der durch den Ballonschwerpunkt gedachten Verticalen liegen, welche durch die Mitte des Ringes und des Korbes hindurchgeht.

Aus ihrer Einfachheit erklärt sich die häufige Anwendung dieser Befestigungsmethode. Bei den auf Ausstellungen gewesenen Ballon-captifs ist nur diese Fesselungsart in Gebrauch gewesen. Um das Kabel durch den Mittelpunkt des Korbes hindurchführen zu können, war dann letzterer selbst ringförmig construirt. (**Fig. 25, Taf. III.**) Der Korb musste bei dieser Anordnung alle Schwankungen des Ballons mitmachen; wurde der Ballon stark niedergedrückt (**Fig. 26, Taf. III**), so musste der Korb sich vollständig auf das Kabel auflegen und erhielt natürlich bei dem Pendeln des Ballons eine fortwährend wechselnde Neigung, welche entweder ein Durcheinanderwerfen der Insassen zur Folge hatte, oder, falls diese sich festhielten ein Drehen des Korbes. Abgesehen davon, dass an ein Beobachten unter solchen Verhältnissen gar nicht zu denken ist, muss auch hervorgehoben werden, dass das Kabel an der Auflagestelle des Korbes einer frühzeitigen Abnutzung ausgesetzt ist und daher entsprechend geschützt werden muss.

Legt man das Kabel um den Ring herum (**Fig. 27, Taf. III**), so wird der Zug auf den Ballon unregelmässig vertheilt. Allerdings wird der Korb alsdann weniger von dem Pendeln des Ballons behelligt. Im ersten Falle konnte sich der Tragering frei bewegen, bei dieser Fesselung

hindert ihn das befestigte Kabel daran, weil es danach strebt, die Ringebene *A B* mit sich unter denselben Winkel zu stellen. Die Schwankungen sind demnach bei diesem System auf Kosten der Haltbarkeit vermindert.

Man hat andererseits versucht, den Ring an mehreren Stellen mit je einem Kabel zu fesseln. Hierbei muss von vornherein der Nachtheil mit in den Kauf genommen werden, dass dem Ballon eine übermässige Belastung aufgebürdet wird. Jedes einzelne Kabel muss nämlich so stark sein, dass es allein im Stande ist, den Ballon zu halten und die Anbringung von mindestens drei Kabeln ist erforderlich. Die haltenden Mannschaften müssen dann so aufgestellt werden, dass die drei Haltepunkte die Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks bilden, die eine direct gegen den Wind gekehrt. In Wirklichkeit hat diese Befestigung vor der vorigen Nichts voraus. Da die Bewegungen des Ballons nicht zu beseitigen sind, das unbequeme Schaukeln aber allein der Mittheilung dieser Bewegungen durch den Tragering zuzuschreiben ist, lag es nahe, dass das vermittelnde Object Gegenstand einer Veränderung werden musste. Eine vollständige Unabhängigkeit der Aufhängung des Korbes vom Tragering muss in Folge dessen erreicht werden, wenn die Last an nur einem Punkte unterhalb des Ringes befestigt wird. Um den in dieser Weise frei hängenden Korb vor der Berührung mit dem Kabel zu schützen, wird neuerdings die Trapezconstruction angewendet.[1])

Allen diesen Betrachtungen muss der dem Captivballon gefährliche stossweise Wind zu Grunde gelegt werden. Dieser besitzt niemals eine so bestimmte Richtung, wie man sich theoretisch vorzustellen pflegt; besondere Terrain-Verhältnisse, Unvollkommenheiten des Ballon-Materials u. s. w. bedingen von unten oft kaum wahrnehmbare Unterschiede der Windrichtung, welche der sensibel aufgehängte Korb durch Oscillationen nach allen Seiten hin bekundet. Diese Schwingungen sind nicht aufzuheben, können aber durch eine Verlängerung der Aufhängung eingeschränkt werden. Der Korb, als Pendel, wird dann ruhiger und für den Beobachter weniger störend schwingen. Die Schwingungen veranlassen nun weiterhin bei der gebräuchlichen Befestigung des Korbes am Trageringe das bekannte Drehen. Bei der ungleichmässigen Vertheilung der Last im Korbe muss, sobald letzterer sich aus der horizontalen Gleichgewichtslage herausbewegt, der schwerere Theil das Bestreben zeigen, zuerst

1) S. Chemins aériens, par M. Jules Seguin, Paris 1863.

wieder in diese zurückkehren zu wollen. Das muss, wenn der Schwerpunkt über den Mittelpunkt des Korbes hinaus liegt zu Drehungen führen. Durch die vom Kapitän Charles Renard vorgeschlagene kreuzweise Aufhängung (suspension croisée) werden die Drehungen des Korbes ziemlich vollständig beseitigt. Eine in ihrer Art durchdachte und auch angeblich praktische Fesselung stellt die Construction des Luftschiffers Yon dar, welche sowohl in der italienischen, wie russischen Armee erprobt worden ist (**Fig. 28, 28** a, **Taf. III**). In dem Mittelpunkte des Ballontrageringes hängt bei ihr an einem Punkte ein zweiter Tragering, an welchem in der kreuzweisen Aufhängung der Korb befestigt ist. Die Fesselung ist trapezförmig; die untere Stange ist aber, vielleicht zur grösseren Sicherheit, noch mittelst zweier Seile mit dem Ballon-Tragering verbunden.[1]) Besser noch erscheint die Einrichtung, wie sie nach den Berichten wahrscheinlich in der französischen Armee eingeführt ist, wonach der Korb an den zwei Endpunkten der oberen Trapezstange in der Diagonal-Aufhängung befestigt ist (**Fig. 29, Taf. III**). Wenn die Stange ihre Richtung unverändert behält, kann der Korb hierbei nur in einer Vertikalebene schwingen. Da der Ballon an einem Punkte oberhalb der Stange mit dem Trapez verbunden ist, darf man wohl annehmen, dass diese wenig von den Schwankungen des ersteren belästigt wird. Bei der Yon'schen Fesselung ist die Stange viel mehr Beunruhigungen ausgesetzt durch das Aufbinden auf den Tragering.

Wenn diese beiden heute als die vollkommensten erprobten Fesselungsarten betrachtet werden müssen, so liegt deswegen kein Grund vor, nicht auch einige ältere Vorschläge noch hier anzuführen, zumal da sie auch Ideen zum Ausdruck bringen, die öfters wiederkehren und dann als Neuheiten angesehen werden.

Zunächst muss hier auf ein anderes Princip der Fesselung, bei dem das Kabel am Ballonkörper mit Hülfe eines zweiten Netzes befestigt wird, aufmerksam gemacht werden. **(Fig. 30, Taf. III).** Der Vorschlag ist im „Magasin Pittoresque" Tome XII, mai 1844 veröffentlicht, jedoch niemals zur Ausführung gebracht worden. Der Ballon kann, da er sich gegen das Haltenetz fest gegenlegt, bei dieser Fesselung nicht dieses unruhige Hin- und Herpendeln zeigen. Der Korb wird infolge dessen in vollkommener Ruhe verharren, indem er seiner Schwere nach senkrecht bleibt, auch wenn der Ballon durch den Wind nieder gedrückt wird. Allerdings wird bei dem festen Widerlager, welches der

1) La nature 17. oct. 1885.

llon im Haltenetze findet, auch das Ausdrücken seiner Gasfüllung nneller vor sich gehen, ein Umstand, der nicht übersehen werden darf.

Man hört vielfach die Behauptung aussprechen, sobald der Ballon ne Winddalle erhalten hätte, würde die Appendixöffnung durch diese ogeschlossen; sie soll dann nebenbei sogar den Dienst einer Drachen-äche versehen, und dem Niederdrücken des Ballons durch den Wind ntgegenwirken. Die Praxis bestätigt solche Behauptungen nicht immer.

Der Ingenieur Meierhofer in Wien wollte für Kriegszwecke den Aërostaten aus einer Vereinigung mehrerer kleiner Ballons bestehen lassen und machte um das Jahr 1878 in einer Broschüre den Vorschlag, die in **Fig. 31, Taf. III**, dargestellte Construction in die österreichische Armee einzuführen. Er meinte, einem solchen Aërostaten würde ein Beschiessen weniger schaden; wenigstens würden die unversehrt gebliebenen Ballons ein ungefährliches Herabkommen ermöglichen. Nach den Versuchen, welche bezüglich des Herabschiessens von Ballons in Frankreich und England angestellt sind, ist das Sinken angeschossener Ballons nicht ein so rapides, dass hierdurch die Beobachter gefährdet würden; es müsste denn gerade das Füllgas gleichzeitig in Brand gerathen sein.

Derselbe Ingenieur soll auch eine eigenartige Construction ausgeführt haben, welche im Jahre 1878 dem russischen Grafen Apraxine, einem eifrigen Förderer der Luftschifffahrt, patentirt worden ist.

Es war ein Doppelballon, welcher das Handhaben beim Aufsteigen erleichtern sollte (**Fig. 32, Taf. III**). Es bestand aus einem grossen ringförmigen Ballon, als Träger des Korbes und einem in ersteren hinein passenden kugelförmigen kleineren. Der kleine trug das Kabel, welches durch die mittlere Oeffnung des Grössern und durch dessen Korb hindurchging. Beide Ballons zusammen hatten Auftrieb; der grosse allein war aber gewissermassen gewichtslos gemacht und sollte mit geringer Kraftanstrengung unter Zuhilfenahme einer Rollenvorrichtung und eines Zugtaus am Kabel herauf- und heruntergezogen werden können. Der Versuch soll missglückt sein.

Um den gefesselten Ballon auch bei stärkerem Winde benutzen zu können, ist häufig seine Verbindung mit Drachenflächen empfohlen worden. Praktische Versuche damit sollen dem Vernehmen nach bisher nur in Chalais-Meudon bei Paris zur Ausführung gelangt sein.

Im Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Wissenschaft beschrieb im

1) Deutsches Reichs-Patent 6372.

Jahre 1873 Hauptmann Gaede von der Fussartillerie ein Projekt, welches die Vereinigung einer grossen Drachenfläche mit dem Netz eines spindelförmigen Ballons darstellt. **(Fig. 33, Taf. III.)** Der Korb sollte am Verbindungspunkte der Drachenlinien befestigt werden. Wenn, wie Samuelson beobachtet hat[1], der Winkel, den die Drachenfläche zur Horizontalen bildet, zwischen 24° und 27° liegt, wird bei der Gaede'schen Construction der Ballon wenig gegen den Winddruck geschützt. Er wird dann allerdings, da er selbst dem Winde eine grosse Widerstandsfläche darbietet, die Drachenfläche unter einen grösseren Winkel zur Horizontalen zu stellen suchen. Ferner muss der Ballon vermöge seines Auftriebes immerfort das Bestreben offenbaren, sich über die Drachenfläche hinaus verschieben zu wollen, soweit der Spielraum des Netzes dies gestattet. Bei der Winkelstellung des Aërostaten muss endlich auf die Gefahr des Platzens der spindelförmigen Hülle aufmerksam gemacht werden, ein Fall, den die Praxis bei Giffard's Versuch 1855 und bei Baumgarten's in Leipzig 1879 erlebt hat. Ist der Wind einigermassen unregelmässig, so werden Ballon und Drachen sich in beständigem Stellungswechsel befinden, welcher gewisslich nicht ohne Rückwirkung auf den leicht pendelnden Korb bleibt.

Eine andere Art der Verbindung von Ballon und Drachenfläche geht aus der Fesselung des ersteren mittelst eines zweiten Netzes hervor und ist ebenfalls im „Magasin Pittoresque“, Tome XII, Mai 1844 beschrieben.

Danach soll an dem Punkte, wo die Auslaufleinen des zweiten Netzes sich vereinigen, eine achteckige schirmartige Fläche so befestigt werden, dass sie bezüglich ihrer Neigung vom Korbe aus regulirt werden kann. Der Projectant glaubt auch ein Verschieben des gefesselten Ballons nach seitwärts durch verschiedene Winkelstellungen des Drachen erreichen zu können.

Das Kabel wird aus Hanf, Eisen- oder Stahldraht gefertigt und in seinem Durchmesser wie das Ankertau bestimmt. Die Rolle, über [illegible] das Kabel am Erdboden läuft, muss nach allen Seiten d[illegible]
[illegible] Drehen der Kabeltrommel wird am zweckm[illegible]
maschine angewendet, wenn es nicht vorge[illegible]
[illegible] Menschen zu halten.

[1] Civilingenieur 18[illegible]
S. 1c Grand

9. Montgofieren.

's ist beklagenswerth, dass ein Mittel, welches auf so leichte und Weise eine Luftfahrt gestattet, so vollständig beiseite gesetzt ist. Man darf wohl behaupten, die Montgolfiere ist noch nie-us ihrer Unvollkommenheit herausgetreten und wenn weiter ge-ird, „warum nicht?" so erscheint wohl der Kern der Sache da-m Ausdruck gebracht zu sein, dass die Aengstlichkeit, welche hon bei Fahrten in Gasballons in hervorstechender Weise äussert, pediment der Verbesserung des Warmluftballons sei. Die Mont-n des vorigen Jahrhunderts waren sehr unvollkommen und fast eg unbrauchbar nach einer Fahrt. Die dem Flammenheerd gegen-gende obere Calotte wurde durch die grosse Hitze beinahe regel-verdorben. Schliesslich traten auch während der Fahrt um den herum, sowie bei der Landung Brandschäden ein, welche die herstellung der Aërosten nicht rentabel machten. Der Aufenthalt Gallerie selbst wurde in Folge der Hitze beinahe unerträglich. Vunder, wenn man damals mit Freuden die Erfindung des Pro-Charles an Stelle der Montgolfier's setzte. Nur ein Mann ver-es mit unermüdlicher Energie, den Warmluftballon zu verbessern, nn, dessen Name in der Geschichte der Aëronautik mit goldenen gedruckt zu werden verdiente: „Graf Zambeccari". Sein es Schicksal ist freilich mit seinem Streben direct verknüpft und hl nicht minder dazu beigetragen, die Aengstlichkeit vor den lfieren zu vergrössern.

Bevor zur Anfertigung einer Montgolfiere geschritten wird, muss as Materialgewicht mit der Tragkraft der ausgedehnten Luft ver-n, um sicher zu sein, dass sie auch die Fähigkeit besitze dieses t incl. der Nutzlast zu heben.

Als Material wurde bei den ersten Montgolfieren mit Papier über-Leinwand verwendet. Neuerdings macht man sie aus einem möglichst dichten Stoff, der gegen Feuersgefahr präparirt wird. er Wahl zwischen verschiedenen Stoffen ist zunächst ihre Festig-Schuss und Kette zu ermitteln und darauf zu achten, ob die Richtung annähernd die gleiche ist. Dann des Stoffes bei einer Erhitzung bis zu derselben nochmals auf seine Festigkeit.

Um die Luft im Ballon recht lange im erwärmten Zustande erhalten zu können, sind seitens einiger Franzosen besondere Stoffe vorgeschlagen worden. So will Janssen eine doppelte Hülle mit dazwischen liegenden Schichten von Eiderdunen anwenden. Andererseits schlägt Hureau de Villeneuve statt der letzteren Watte vor. Crocé Spinelli endlich wollte den gewöhnlichen baumwollenen Ballonstoff mit dem dehnbaren japanischem Papier überkleben und aussen noch firnissen. Der Sekretär der Société française de navigation aérienne, Frion, empfliehlt in Düsseldorf fabricirtes vegetabilisches Pergamentpapier.

Die Anwendung eines Netzes ist bei Montgolfieren nie gebräuchlich gewesen, dagegen ist von jeher der Stoff durch Aufnähen oder Einnähen von netzartig gelegten Bändern oder Schnüren verstärkt worden.[1])

Man giebt auch den Montgolfieren am vortheilhaftesten die Kugelform (**Fig. 34, Taf. IV**). Für den Appendix gilt als Regel, dass er $^1/_4$ des Ballondurchmessers in seiner Breite beträgt. An seinem Ende wird ein solider Holz- oder Metallring befestigt, welcher einerseits zum Offenhalten der Appendixöffnung, andererseits zum Anknüpfen der Haltestricke des Korbes, der Gondel oder der Gallerie dient. Godard fertigte einen derartigen Appendixring in der in **Fig. 35, Taf. IV** dargestellten Weise aus mehreren durch Schraubenbolzen zusammengehaltenen Stücken. Die das Netz vertretenden Schnüre müssen sämmtlich bis zu dem Appendixring herunterlaufen. Der Stoff wird hier umgelegt und mit Nägeln befestigt. Sicherer ist es, den Ring im Querschnitt rund zu machen und vollständlich einzunähen. Da, wo die Haltestricke der Gondel um den Ring gelegt werden sollen, muss der Stoff mit fest umsäumten Löchern versehen werden. An Stelle des Ventils haben die Montgolfieren eine Krone mit Oesen, um sie für die Füllung aufhängen zu können. Ein Ventil selbst, wie beim Gasballon liess sich bei der alten Constructionsart der Montgolfieren nicht recht anbringen. Die in den Ballon hineinschlagende Flamme und die in Folge dessen entstehende grosse Hitze hätten auch eine besondere Ventilconstruction, sowie eine feuerfeste, oder eine ausserhalb des Ballons geführte Ventilleine erforderlich gemacht. Ein Ventil ist aber auch bei dem Warmluftballon als wünschenswert zu betrachten, nicht etwa zum Veranlassen des Niedersteigens, — dazu muss die Intensität der zuzuführenden Wärme vermindert werden können — nein, es soll vielmehr beim Landen das Zusammenfallen der verhältnissmässig grossen Stoffmasse beschleunigen helfen.

---

1) S. Abbé Carnus, Theil I, S. 37. — [illegible]ani, p. 46.

Die Erwärmung der inneren Luft geschah bisher stets in der sehr unvollkommenen und gefährlichen Art des Strohverbrennens unter dem Appendix. Die hierzu nöthige Gluthpfanne wurde in der Mitte des Appendixringes mittelst eiserner Stangen oder Ketten befestigt. Da die Pfanne zur ferneren Speisung mit Brennmaterial sich auch in unmittelbarer Nähe der Gallerie befinden musste, litten die Insassen unter der Hitze bedeutend. Godard baute, um diese Unannehmlichkeit zu beseitigen, einen dreiwandigen Ofen und füllte dessen Zwischenräume mit schlechten Wärmeleitern aus.

Eine im Korbe mitzuführende ungefährliche und zugleich kräftige Wärmequelle ist eine der Hauptbedingungen, die zu erfüllen ist, wenn der Warmluftballon überhaupt wieder in den praktischen Dienst des Menschen treten soll. Die Wärmequelle muss dabei so regulirbar sein, dass der Luftschiffer die Wärmeabgabe in Kalorien bemessen und danach unter Berücksichtigung der Eigenschaften seines Ballons und der Geschwindigkeit seiner Bewegung, die Dauer resp. Länge seiner Fahrt annähernd bestimmen kann. Die Erwärmung der Luft darf je nach Umständen auf 70° bis 80° C. gebracht werden. Eine Steigerung muss der Luftschiffer mit grosser Vorsicht ausführen: jedenfalls muss er genau wissen, bis zu welchem Grade er solche ohne eine Entzündung seines Ballons treiben kann. Den einzigen Anhalt zur Schätzung der Temperatur bietet die Zunahme des Auftriebs. Der Auftrieb der erwärmten Luft ist ein sehr geringer. Daraus folgt die verhältnissmässig enorme Grösse des Warmluftballons. Man errechnet die Dichte der Luft für verschiedene Temperaturen nach folgender Formel:

$$d = \frac{0{,}001293 \,.\, b}{(1 + \alpha t\, 760)}.$$

Darin bedeutet: b den Barometerstand,
t die Temperatur,
α den Ausdehnungscoëfficienten der Gase $= 0{,}003665$.

Für das Gewicht von 1 cbm Luft bei verschiedenen Temperaturen und normalem Barometerstande ergeben sich demnach folgende Zahlen:

Tabelle V.

Temperatur	Gewicht pro 1 cbm in Kilogramm	Auftrieb pro 1 cbm in Kilogramm
0°	1,293	0
5°	1,270	0,023
10°	1,247	0,046
15°	1,226	0,067
20°	1,204	0,089
30°	1,165	0,128
40°	1,128	0,165
50°	1,093	0,200
60°	1,060	0,233
70°	1,029	0,264
80°	1,000	0,293
90°	0,972	0,321
100°	0,946	0,347
110°	0,921	0,372.

Es wird daraus ersichtlich, wie wenig die Montgolfiere mit Gasballon bezüglich ihrer Tragfähigkeit verglichen werden kann. Anfertigung ist im Uebrigen der des Gasballons gleich. Grosse sind mit dem Warmluftballon nicht zu erreichen. Es sei noch er dass Godard um den Aequator herum bei seiner Montgolfiere „L ein fallschirmartiges Segel anbrachte, (s. Fig. 34), um ein lang Niedersteigen zu ermöglichen.

Kapitel II.

ttel zur freien Bewegung von Ballons in der Verticalen.

Für die fernere Entwickelung der Luftschifffahrt ist es von höchster :htigkeit, dass ein Mittel gefunden werde, um bei möglichst geringem)stanzverlust mit dem Kugelballon beliebig steigen und sinken zu men. Nur in solcher Ausführung wird er dem Meteorologen eine hre Sonde für den Luftocean bieten, nur so dem Luftschiffer die lige Ausnutzung der meteorologischen Vorgänge des Himmels gestatten. r lenkbare Ballon ist mehr ausschliesslich ein Werkzeug für den eg, der Kugelballon dagegen kann im vervollkommenstem Zustande h im Frieden der Wissenschaft und weiterhin der gesammten Nation entliche Dienste leisten.

Der grosse Nachtheil, welchen das Auswerfen von Ballast oder Ausen von Gas für die Bewegung in der Verticalen in sich birgt, besteht ler Abkürzung der Fahrtdauer. Jeder Ballon hat nur ein bestimmtes s an Tragkraft, welches sich mit der Zeit in Folge der Diffusion des es durch Stoff und Ventil allmählich aufzehrt, indem entsprechend ı unvermeidlichen Gasverlust Ballast ausgeworfen werden muss. liesslich kommt ein Zeitpunkt, wo der Luftschiffer landen muss. Er ss dann noch die zum sicheren Landen nöthige Ballastmasse haben, den Aufprall ungefährlich zu machen. Diese Reserve-Ballastmasse chst mit der Grösse des Ballons und der Höhe, aus welcher er sich

2. Gewichtsabnahme durch Luft-Verdünnung durch Wärme { Montgolfier (Theil I, pag. 101). Pilâtre de Rozier (Theil I, pag. 40). Graf Zambeccari (Theil I, pag. 47).
3. Gewichtsabnahme durch Erwärmung. Gewichtszunahme durch Einlassen kalter atmosphärischer Luft
   a. mittelst Blasebalg Nepomuk von Laicharding (Theil I, pag. 75).
   b. durch Ventilation Graf Apraxine (Theil II, Fig. 36. 37).

ombination von Volumenveränderung des Gases und Gewichtsveränderung mit ilfe der Luft.

Comprimiren des Gases.
   a. Gasballon im Luftballon. Comprimiren des Traggases durch umgebende Luftblase
   b. Luftblase im Gasballon. Comprimiren des Traggases durch Aufblasen der inneren Luftblase
   } General Meusnier (Theil I, pag. 107).

II. Bewegung in der Verticalen mittelst mechanischer Kraft ohne Gewichtsveränderung.

1. Durch Propellerschraube { Dr. van Hecke (Theil I, pag. 107). Helle (Astra Castra by Hatton Turnor pag. 310). Bowdler (Zeitschr. d. V. z. F. d. Luftschifffahrt Bd. II 1883, pag. 48). Graf Apraxine (Theil I, pag. 109). Baumgarten (Theil I, pag. 128).
2. Durch Fallschirme { Graf Apraxine (Theil I, pag. 110). Claudius (Theil I, pag. 76, 107).

Von diesen beiden Hauptrichtungen hat die erstere mehr Hoffnungen. Ziel zu erreichen, als die zweite, weil letztere, um sich in der neuen chgewichtslage zu erhalten, einer fortwährenden Arbeitsleistung be- . Die Gleichgewichtslage eines Ballons ergiebt sich aus seinem ımen, dem Auftrieb seines Traggases und seinem Gewichte. Sie ı sich verändern durch eine Vermehrung oder Verminderung des ichts. Hierfür bieten sich zweierlei Mittel, nämlich: Veränderung Gasvolumens oder Gewichtsveränderung durch comprimirte oder ünnte Luft. Ersteres wird durch Aenderung der Dichtigkeit des gases, also ebenfalls durch Expansion oder Compression herbeihrt. Die Veränderung des Gasvolumens hat also auch eine Gewichtsnderung zur Folge, insofern sie z. B. mehr Luft verdrängt bei einer

Vergrösserung. Diese Luft aber ist sich in ihrer Dichtigkeit gleich geblieben, während die des Traggases sich im gegebenen Falle vermindert hat. Der Auftrieb des Ballons ist um das Gewicht der verdrängten Luft gesteigert worden, das Gleichgewicht zwischen Ballon und umgebender Luft ist demgemäss gestört und das Bestreben es wieder herstellen, das heisst, die neue Gleichgewichtslage zu suchen, veranlasst den Ballon zum Steigen. Es ist klar, dass zur Veränderung des Auftriebes eine Arbeit nöthig wird und daher eine Kraftquelle vorhanden sein muss. Letztere kann als Menschenkraft oder in Gestalt von Brennmaterial mitgeführt werden. Brennmaterial ist unter allen Umständen das Vortheilhafteste, denn ein Mensch vermag kaum über 7,5 mkg Arbeit zu leisten, wohingegen 1 kg Kohlenstoff 3392000 mkg Arbeit aufgespeichert enthält. Es erscheint daher zweckmässig, diese Wärmequelle zur Lösung des Problems zu benutzen; die Menschenkraft kann nebenbei immer noch zur Dienstleistung herangezogen werden.

Jobert wollte die Sonnenwärme zum Steigen und Fallen ausnutzen. Sein Project ist etwas naiver Natur. Der Ballon hat eine weisse und eine schwarze Hälfte und im Korbe eine durch Handbetrieb bewegliche Propellerschraube, die ihn um seine Verticalachse drehen und das anhaltende Zukehren einer seiner Hälften nach der Sonne hin ermöglichen sollte. Wollte er steigen, so drehte er die schwarze Seite der Sonne zu, weil diese mehr Wärme absorbirt und dadurch das Traggas zur Ausdehnung veranlasst. Umgekehrt drehte er die weisse Seite der Sonne zu, wenn er niederzusteigen beabsichtigte. Die Sonnenwärme hat unleugbar einen bedeutenden Einfluss auf den Aërostaten. Er begründet sich von selbst dadurch, dass der Leitungscoëfficient des Traggases viel grösser, als der der Luft ist. (Für Luft beträgt der Leitungscoëfficient nach Stephan k = 0,003348, der des Wasserstoffes ist nach Kundt und Warburg 7,1mal so gross, als der der Luft.)

Der Luftschiffer wird auch häufiger den Sonnenschein geniessen können, als die übrigen Erdensöhne und er weiss, wenn er ein tüchtiger wohlgeschulter Luftschiffer ist, die Sonnenwärme zu schätzen und auszunutzen. Darauf aber das System einer beliebigen Verticalbewegung basiren zu wollen wäre ein unzuverlässiges und in der dargelegten Form kaum ausführbares Beginnen. Dem Vorschlage Partridge's[1]), das Gas durch ein am Ballonbauch befindliches Röhrensystem vermittelst Dampf zu erwärmen, ist zu entgegnen, dass [illegible] zusammenlegbaren

1) Theil I, S. 111.

Ballonkörper ein derartiges starres System nicht gut anzubringen ist. Die meisten Projectanten machen sich eine falsche Vorstellung von den technischen Anforderungen der Aëronautik; sie kennen zu wenig diejenigen Punkte, welche bei jedweder Construction im Auge zu behalten sind. Neben der Leichtigkeit tritt immer die Frage in den Vordergrund, wie verhält sich die Construction bei einer Landung? Sie darf bei dem unvermeidlichen Aufstoss des Korbes weder die Insassen gefährden, noch selbst beschädigt werden. Zeise wollte die von der Sonnenwärme geleistete Arbeit durch Einspritzen von Wasser in den Ballon zu Nichte machen und auf diese Art ein Sinken desselben zu Wege bringen. Der Apparat, welchen er zu diesem Zweck mitführen wollte, bestand aus einer einfachen Druckpumpe mit Windkessel. Das Schlauchende lief in eine Brause aus.

Für eine Verdichtung des Gases unter mechanischem Druck ist wenig Günstiges zu sagen. Findet der Druck auf den Ballon selbst statt, so tritt immer zu leicht die Gefahr des Platzens auf. Man hat sich demnach auch nicht entschliessen können, irgend einen dieser Vorschläge jemals zu verwirklichen, abgesehen davon, dass von den vorgeführten, (von Baron Scott (1799), Professor Zachariae (1807)), auch kaum einer einen Erfolg erwarten könnte. Marey Monge gedachte an einem cylinderförmigen Ballon zu jeder Seite am Aequator je ein langes Brett anzubringen und diese beiden mittelst einer Rollen- und Wellenvorrichtung von der Godel aus einander zu nähern. Dass dies statt eines Comprimirens des Gases eine Zerstörung der Ballonhülle hervorbringen würde, erscheint, wenn man die geringe Haltbarkeit der Ballonstoffe berücksichtigt, mehr als wahrscheinlich. Jobert wollte den ganzen Appendix des Kugelballons in diesen vermittelst einer Rollen- und Wellenvorrichtung hineindrücken. Ganz abgesehen von der Haltbarkeit des Stoffes stelle man sich nur einen Luftschiffer vor, der im Stande ist, mit Hilfe einer einfachen Maschine einen genügenden Druck hervorzubringen und zudem noch das Gewicht des aufgehobenen Stoffes zu tragen. Müsste ein solcher Mann nicht die Kräfte eines Titanen besitzen? Die Projecte, Gas aus dem Ballon herauszupumpen und in einem Recipienten im Korbe zu verdichten [1], haben immer die Schwere dieses Recipienten und die lange Dauer und Mühseligkeit des Comprimirens seitens eines Menschen gegen sich. Professor Meissel schlug einen Doppelballon vor, ... e mit Leuchtgas gefüllt werden, während in den unteren

... e 1869, p. 51.

je nach Bedarf Ammoniak hineingelassen wurde, welches man im Recipienten mitführt. Ammoniak hat nämlich die Eigenschaft, bereits bei 8 Atmosphären Druck flüssig zu werden und alsdann circa den 800sten Theil seines Volumens einzunehmen. Zum Niedersteigen sollte das Ammoniak aus dem Ballon wieder in den Recipienten zurückgepumpt werden, eine Arbeit, welche Professor Meissel späterhin selbst durch Rechnung als für nicht praktisch durchführbar erkannte.[1])

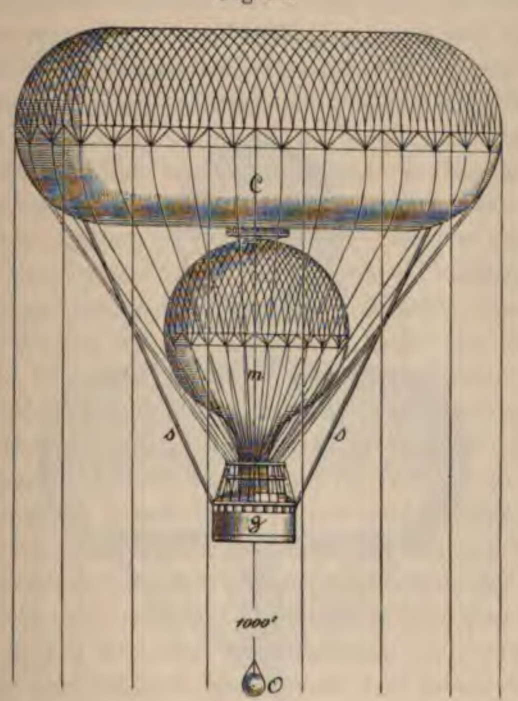
Der Chemiker Ziem wollte die grosse Begierde des Ammoniaks, sich mit Wasser zu verbinden, für diesen Zweck ausnutzen. Er empfiehlt, es in Wasser gelöst mitzuführen und im Bedarfsfalle durch Erwärmen frei zu machen (1 Vol. H_2O nimmt 1050 Vol. NH_3 auf). Leider lassen zur Zeit die zu Ballonhüllen verwendeten Stoffe und Firnisse eine Anwendung dieses sonst brauchbaren Gases nicht zu. Auch die in der Uebersicht folgenden Vorschläge der Gewichtszunahme aus der Atmosphäre durch Comprimiren von Luft haben die Nachtheile des schweren Recipienten und der schwierigen Arbeit, dahingegen ist die Art der Gewichtsverminderung durch Verbindung von Gasballon mit Montgolfiere wohl eines der einfachsten, erfolgreichsten und daher hoffnungsvollsten Mittel. Es lässt sich nichts, als die Gefährlichkeit dagegen einwenden. Pilâtre de Rozier und Graf Zambeccari haben durch die Erprobung derartiger Constructionen ihr Leben eingebüsst. Seitdem ist die Roziere, wie sie zu Ehren des ersten Märtyrers benannt worden ist, ein Luftschiff geworden, vor dem Jedermann eine gewisse Abscheu hat. Unsere Technik ist aber heute doch soweit, dass die Gefahren auf ein Minimum reducirt werden könnten. Eine besondere Art von Rozieren bieten die Projecte von Vaussin Chardanne und Lieutenant Baden-Povell. Die Montgolfiere liegt bei ihnen innerhalb des Gasballons, die erwärmte Luft überträgt demzufolge auch Wärme auf das Traggas und wirkt somit in doppelter Beziehung durch Gewichtserleichterung und Volumenveränderung des Aërostaten. Die zur Erhitzung der Luft nöthigen Oefen wollten beide in der Gondel anbringen. Ein derartiges Arrangement würde natürlich bei einer Landung zu vielen Ausstellungen Veranlassung geben. Neuerdings ist auch einer der eifrigsten Apostel der Luftschiffahrt in Russland, Graf Apraxine mit dem Project einer Roziere aufgetreten. Graf Apraxine kann sich selbstverständlich von seinem Ringballon nicht trennen und hat aus der verschiedenartigen

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt, Bd. I.

ndung desselben (C) mit einer Montgolfiere (M) zwei verschiedene
von Rozieren geschaffen (Fig. 36 u. 37). Der Gasballon C soll
anzen Apparat heben, die Montgolfiere dagegen zum Manövriren
n. Damit letztere im Falle des Nichtgebrauchs nicht zusammen-
ist sie an einem leichten Gestell, das innerlich angebracht ist, be-
. Der Ofen von besonderer Construction soll mit Kerosen, Naphta,
oder anderen Brennmaterialien geheizt werden; er ist mit einer

Fig. 36.



öhre umgeben, die gestattet, ihn hermetisch von der Luft abzu-
ssen und so das Feuer in kurzer Zeit zu ersticken. Bei der Type
37 wird die erwärmte Luft vermittelst eines isolirten Leitrohres
den Gasballon hindurch geführt. Die andere Type (Fig. 36) hat
olirschicht unten am Gasballon einen Schirm. Die Gasballons haben
atische Sicherheitsventile, die Montgolfieren Ventilationsklappen $v' \, v''$
schnellen Durchlassen kalter Luft. Um in einer bestimmten Luft-
t ohne Manövriren verbleiben zu können, will Apraxine den
sel'schen Höhenregulator anwenden, der aus einer Verbindung des

Barometers mit dem Contact einer elektrischen Batterie besteht. das Barometer bis zu einer bestimmten Höhe, die der Luftschiffe liebig reguliren kann, so wird der Contact geschlossen, der elekt Strom soll dann selbstthätig, je nach dem die Ofenklappen oder die tilklappen öffnen und schliessen. Der Verlust an Tragkraft des ballons soll durch Einführung von Ammoniakgas, welches in 4 kl Cylindern in der Gondel mitgeführt wird, ersetzt werden. Die Ve dungsschläuche für diesen Zweck sind die Röhren *ss*. Nach russi

Fig. 37.



Zeitungsberichten soll dieses Luftschiff von Capitän **Kosztow** leicht und solide hergestellt sein.[1])

Einer der genialsten Vorschläge ist sicherlich der des fran Ingenieur-Generals **Meusnier**. Sein Ballon bestand aus zwe einer inneren sehr leichten und elastischen, welche das Trag nahm und einer äusseren unelastischen (enveloppe de force),

1) Niwa 1885.

rdruck von 0,081 m aushalten sollte. Vermittelst Blasebälge sollte hen beide Hüllen Luft gepumpt und so auf den inneren Gas- ein Druck ausgeübt werden, der bis zur Haltbarkeitsgrenze des ren Ballons gesteigert werden durfte. Demnach musste durch den ndruck auch eine Compression der Luft in der „enveloppe de stattfinden. Der innere Ballon sollte nicht vollständig mit Gas t werden, wurde dagegen von vornherein bei der Abfahrt unter bestimmten Druck gehalten, so dass die äussere Hülle immer steif In den höheren Luftschichten musste nun der Dichtigkeits-Ab- e der Luft entsprechend auch der Druck auf den inneren Ballon assen, sollte ein Platzen der äusseren Hülle vermieden werden. snier rechnete nun darauf, dass schon eine kleine Gewichtszulage Ballon von der Gleichgewichtslage aus zum Sinken bringen würde. h Zupumpen von Luft bis zur Ausübung des Maximaldruckes auf innern Ballon sollte dies ermöglicht werden. War der Aërostat infolgedessen gefallen, so musste in der nunmehr dichteren Atmo- enschicht der Druck unter das Maximum herabgesunken sein, te also wieder, gesteigert werden, und so sollte diese Arbeit fort- zt werden können, bis der Aërostat die Erde resp. die in geringer befindliche Gleichgewichtslage unter Maximaldruck erreicht hatte. n die Idee Meusnier's lässt sich gewiss nichts einwenden, dagegen man den Stoff Meusnier's, der 0,08 m Ueberdruck erträgt, als für vorhanden betrachten. Meusnier scheint aber mehr ein reicher Theoretiker gewesen zu sein, der zur mathematischen Erläu- ng seiner Gedanken irgend eine beliebige Zahl zu Grunde legte. Ausführung seines Luftschiffes würde ebenfalls an der Mangelhaftig- unserer Ballonstoffe scheitern. Der andere Vorschlag Meusnier's, Luftblase in den Gasballon hineinzusetzen, hat, wenn auch nicht h dem Willen des Erfinders zum Steigen und Fallen des Aërostaten, doch zur Erhaltung der Steifigkeit der Form in der Praxis vielfache wendung gefunden und sich hierbei stets bewährt.

Meusnier hat daher unverkennbar der Aëronautik wichtige Dienste t und es muss uns wunderbar berühren, wenn sein Landsmann viel le die Unmöglichkeit der practischen Ausführung seiner in folgenden Worten abfertigt: „Niemals hat es einen mehr und verwegenen Gedanken gegeben, der den normalen Be- t geradezu ins Gesicht schlägt; denn ein man Luft in ihm zusammen drückt, ist h ein weisser Rabe. Das Projekt unter-

scheidet sich durch nichts von der Menge verdrehter Gedanken, w
jedes Frühjahr hervorspriessen.“

Diejenigen, welche die Lösung der Aufgabe, sich ohne Mat
verlust beliebig in der Verticalen zu bewegen, vermittelst mechanis
Kräfte anstreben, haben ohne einen Motor nur schwache Hoffnu
auf irgend ein Resultat. Ohne Zweifel muss die Rotation der Prope
schrauben deren Achsen senkrecht gestellt sind, einen Zug, resp. Di
in dieser Richtung auf den Aërostaten ausüben. Diese Arbeit bra
vielleicht gar nicht sehr bedeutend zu sein, um den Aërostaten von
Gleichgewichtslage aus etwas höher zu bringen. Ihn dann aber in di
Höhe zu erhalten, erfordert eine fortgesetzt sich steigernde Arbeit, we
der Mensch nicht zu leisten vermag. Wer aber die Menschenkraft du
einen Motor ersetzen möchte, überlege sich, um wieviel ein sol
Mehrgewicht das Ballon-Volumen vergrössern würde; er berechne
ferner, ob er nicht mit demselben Ballon-Volumen ohne den Motor eb
soviele Manöver in der Vertikalen auszuführen vermöchte, nach
alten Methode, durch Gas- und Ballast-Verluste.

Die wenigen Versuche und Projecte, welche in dieser Richt
gemacht worden, wurden im ersten Theil flüchtig erwähnt und v
dienen auch kaum eine gründlichere Behandlung.

Kapitel III.

[U]eber die Construction lenkbarer Aërostaten.

Die Frage, ist es möglich einen Ballon zu lenken, hat fast un-nterbrochen unser Jahrhundert beschäftigt. Anfangs waren es Leute on geringer Bildung, welche in der Hoffnung schwelgten, dass ein eheimniss dem lenkbaren Luftschiff zu Grunde läge, ein Geheimniss, elches ihnen vielleicht offenbart werden könnte. Dadurch, dass diese un ihre Projecte veröffentlichten, kam viel unsinniges Zeug in die Velt. Wenn daher die gesammte Classe derer, die sich mit dem lenk-aren Luftschiffe beschäftigten in den Verdacht der Ueberspanntheit ge-eth, so war dies für den objectiven Beobachter lediglich die natürliche 'olge der publicirten unnatürlichen Producte. Mit Phantasie und mit er Politur mathematisch physikalischer Laienbildung lässt sich auf dem iebiete der Luftschifffahrt nichts erreichen. Das lenkbare Luftschiff ist in wissenschaftliches Problem und kann nur durch nüchternes Rechnen n Vereine mit vielen und kostspieligen empirischen Versuchen seiner ösung näher geführt werden. Dass eine solche bis zu einer gewissen renze möglich ist, ersehen wir aus den eingehenden theoretischen Er-rterungen, welche Professor von Helmholtz über die Frage angestellt at[1]), wir ersehen es ferner aus den praktischen Versuchen des Capitäns harles Renard, dem es gelungen ist bei 7 Fahrten fünfmal wieder

---

1) „Theoretische Betrachtungen über lenkbare Luftballons" Zeitschrift d. D. chifffahrt Bd. IV, pag. 65. — Ueber ein Theorem, geometrisch n flüssiger Körper betreffend, nebst Anwendung auf das Problem, n." Zeitschrift d. V. z. F. d. L. Bd. IV, pag. 233.

zum Abgangsorte zurückzugelangen. Im Hinweis auf diese Res[illegible] dürfte ein Zweifel an der Möglichkeit der Lösung des Problems [illegible]mählich auch in weiteren Kreisen immer mehr schwinden und [illegible] besseren Hoffnung Platz machen, dass das Luftschiff bald zum pr[illegible]cablen Werkzeuge umgewandelt werde. Davon sind wir nämlich [illegible] weit entfernt; es wird noch viel Zeit und viel Capital erfordern, [illegible] der lenkbare Aërostat bestimmten Zwecken wird dienen können.

Man findet allgemein die Ansicht verbreitet, das Luftschiff [illegible] Eigenbewegung wäre eine Erfindung. Dieser Gedanke hat die gesan[illegible] Menschheit gewissermassen durchsetzt und unzählige, die sich ber[illegible]fühlten, jene Erfindung zu machen, ins Elend gestürzt. Es ist des[illegible] wohl Menschenpflicht, darauf aufmerksam zu machen, wie sehr diejen[illegible] einem Irrlichte folgen, welche vielleicht heute noch in jener Idee [illegible]fangen sind. Das lenkbare Luftschiff kann nur in dem Sinne [illegible] Construction aufgefasst werden, bei welcher durch detaillirte Rech[illegible] für alle Theile das Minimum an Gewicht und Widerstandsfläche [illegible] einer bestimmten Haltbarkeitsgrenze, und dabei das Maximum an [illegible] für den Motor, festgestellt, respective ausgeführt werden muss. S[illegible] Rechnungen sind aber ohne eine grosse Reihe von Erfahrungsza[illegible] nicht lösbar. Letztere müssen selbst erst auf empirischem Weg[illegible]mittelt werden und ergeben dann sehr häufig eine neue Folge [illegible] Frictionen, wie z. B. Mangel eines geeigneten Materials etc., welch[illegible] Fertigstellung der Construction bis zur Erledigung eines derar[illegible] Specialpunktes aufzuhalten vermögen. Schliesslich muss man sich [illegible]leicht mit Unvollkommenheiten begnügen, oder aber, man muss abwa[illegible] bis specielle in Betracht kommende Erfindungen gemacht worden [illegible] Das vollendete Luftschiff mit Eigenbewegung wartet also auf ei[illegible] Erfindungen! Es wäre nun geradezu falsch, wollten auch wir inf[illegible] dessen warten. Im Gegentheil werden wir durch die Inangriffna[illegible] der Arbeit erst auf das Erforderliche geführt werden und es wer[illegible] dadurch, dass das Bedürfniss einer besonderen Erfindung dabei zu T[illegible] gefördert wird, erst wirklich geeignete Leute sich mit diesen De[illegible]fragen beschäftigen. Wir können zudem nicht von den Errungensch[illegible] unserer westlichen Nachbarn profitiren. Sie halten den Weg, den [illegible] zur Erlangung ihrer Resultate eingeschlagen haben, geheim, und [illegible] will es ihnen verargen? Häufiger [illegible] offen, da[illegible] Ha[illegible]zweck ihrer aëronautischen Bem[illegible] verständlich gegen die [illegible] müssen uns [illegible]

hen, und thuen das gern in dem Bewusstsein keiner fremden Hülfe bedürfen. Wir aber dürfen auch nicht die Opfer scheuen, wenn wir r Sache einen wissenschaftlichen oder militärischen Werth beimessen. a in Deutschland noch niemals die Frage von einem wissenschaftlichen tandpunkte aus praktisch behandelt worden, fehlt es eben noch an einer glichen Basis. Die Construction des Luftschiffes ist keine Kleinigkeit, elche man bestellen und nach geraumer Frist abliefern kann. Was erartige Aërostaten werth sind, bekunden die vielen traurigen Fiaskos, ie sich in der Geschichte der Aëronautik bis in die jüngste Zeit hinein reignet haben. Die Zahl der in das Gebiet der Aëronautik eingreifen- en exacten Wissenschaften ist eine grosse. Man wird kaum einen nzelnen Menschen finden, der alle mit der nöthigen Gründlichkeit in sich ereinigt, um allein die Construction des Luftschiffes ausführen zu können.

Es sind also auch entsprechend viele verschiedene Berufszweige, elche hierbei zur Thätigkeit herangezogen werden müssten. Daher er- heint es als das rationellste eine glückliche Vereinigung aller dieser räfte zur Erreichung des Zieles zu Stande zu bringen. Theorie und raxis müssen sich ausserdem brüderlich die Hand reichen.

Die Schwierigkeiten, welche sich den Constructeuren darbieten, at einer der trefflichsten französischen Luftschiffer, Gabriel Yon, in lgender Skizzirung zusammengestellt:[1])

„Den Typus eines Aërostaten finden, der weder unter barometrischen och thermometrischen Einflüssen seine Form verändert und einen ge- ügenden inneren Druck besitzt, um dem Luftdruck bei seiner Be- egung zu widerstehen.

„Die Widerstandsfläche so klein als möglich machen und ferner arauf achten, dass alle Aufhängevorrichtungen und alle Theile, aus nen sich das Luftschiff zusammensetzt, möglichst geringen Widerstand i der Bewegung bieten.

„Eine Motorconstruction ersinnen, die unter Ausschluss jeglicher euersgefahr bei äusserster Leichtigkeit eine bedeutende effective Kraft sitzt, und welcher zudem die Eigenschaft innewohnt, während der ahrt sich nur um eine Gewichtsmenge zu entlasten, welche für die ragkraft des Ballons nicht in Betracht kommt.

„Dem ganzen System eine vollkommene Stabilität, sowie Unver- ndlichkeit des S[illegible]unktes bewahren, wie gross auch immer seine [illegible]vitesse de translation) in der Luft sein mag,

[illegible]s aérostats par M. L. Gabriel Yon, Paris 1880.

um abwechselnden Bewegungen der Gasmasse in der Längsrichtung, w einem regelrechten normalen Functioniren hinderlich sind, zu verm

„Schliesslich, Beschränkung der Ballastausgabe durch Ausnut aller sich darbietenden physikalischen und mechanischen Elemente, die Zeitdauer der Fahrt bis zur äussersten Möglichkeit auszudehne

Diese Worte Yon's bilden eine Vereinigung aller für die struction massgebender Gesichtspunkte. Den Eingang zu allen weit Fragen bildet dabei die Grösse des Luftwiderstandes. Es handelt also zunächst darum, wie gross ist die Widerstandskraft der Luft g den Ballon. Daraus entwickelt sich dann die zweite Frage: kann einen vom Ballon tragbaren Motor construiren, welcher im Stande einen noch grösseren Widerstand zu erzeugen, der, im entgegengeset Sinne wirkend, eine forttreibende Kraft wird? Um nun den Luftwi stand festzustellen, bedarf es zunächst einiger meteorologischer Stu über die Geschwindigkeiten der Luftbewegungen. Eine Wissensc die selbst noch in den Kinderschuhen daherläuft, wie die Meteorol konnte natürlich hierüber nur sehr lückenhafte Auskunft ertheilen das mag dazu beigetragen haben, dass die früheren Ballonconstruct sich zu Trugschlüssen verleiten liessen. Noch vor wenigen Jah nämlich wurden die Windbeobachtungen der meteorologischen Statio für massgebend gehalten und den Berechnungen zu Grunde ge Die hierbei erlangten Zahlen hatten dann auch immer ein so günst Aussehen, dass man sich über den schleppenden Gang der Fortentw lung des lenkbaren Luftschiffes wundern musste. Es erschien da vollkommen möglich, während zwei Drittel eines Jahres mit Erfolg g den Wind zu fahren. Beispielsweise ergab sich nach den statistisc Aufzeichnungen in Berlin ein mässiger Wind von 8 m (28,8 km Stunde) in der Secunde an einer Anzahl der in folgender Tabelle sammengestellten Tagen.

Tabelle VII.

Jahr	Tage			Bemerkung
	h. 8 a. m.	m.	h. 8 p. m.	
1876	241	222	195	
1877	212	213	[illegible]	Beaufort
1878	258	273	[illegible]	
1879	144	135	[illegible]	
1880	[illegible]	[illegible]		
1[illegible]				

ıe aus amtlichem Material geschöpften Resultate erschienen net, den Eifer zur Lösung des Problems von Neuem anzuregen Schwierigkeiten zu unterschätzen. Eine ganz andere Vor- ɔn der Geschwindigkeit der Luftströmungen gewähren die aus der Aëronautik sich ergebenden Daten, welche in der folgenden f Grund der Angaben Brissonnet's über die während der ; von Paris aufgestiegenen Ballons aufgestellt sind.

Tabelle VIII.

e des Ballons	Zeitdauer der Fahrt in Stunden	Länge des zurückgelegten Weges in Kilometer	Weg pro Stunde in Kilometern	Weg pro Secunde in Metern	Wind-Richtung
ɔtun	3	125	41,6	11,6	O
e Florence .	$3\frac{1}{2}$	25	7,1	1,9	O
ats-Unis . .	$3\frac{1}{2}$	58	16,5	4,6	SO
este	$2\frac{1}{2}$	80	32	8,8	O
ł Barbès . .	4	120	30	8,3	S
Sand . . .	5	130	26	7,2	SSW
	$\frac{3}{4}$	8	10,6	2,9	S
ıgton . . .	3	230	76,6	21,2	SSW
Blanc . . .	$3\frac{1}{2}$	260	74,3	20,6	SSW
ɔy Cavaignac .	5	250	50	13,8	W
phe Colomb .	$3\frac{3}{4}$	100	26,6	7,3	WNW
'avre No. 1 .	$4\frac{2}{3}$	310	66,4	18,4	SW
ıart	$3\frac{1}{6}$	300	94,7	26,3	SW
Hugo . . .	$5\frac{1}{2}$	250	45,4	12,6	SW
'ayette . . .	$2\frac{1}{4}$	240	115,5	32	SW
ribaldi . . .	$2\frac{1}{4}$	38	17	4,7	W
ntgolfier . .	$4\frac{1}{2}$	560	124,4	34	W
ıban . . .	$4\frac{1}{4}$	250	58,8	16,3	W
rmandie . .	$3\frac{1}{2}$	300	85,6	23,7	W
Charras . .	5	290	58	16,1	WNW
lton	6	350	58,3	16,2	NO
'dinand Flocon	$6\frac{5}{12}$	380	59,2	16,4	NO
lilée	$3\frac{3}{4}$	90	24	6,6	NO
le de Châteaudun	$7\frac{1}{4}$	100	13,8	3,8	NO
	1	28	28	7,7	NO
ronde . . .	$7\frac{1}{6}$	100	14	3,8	O
guerre	$4\frac{3}{4}$	30	6,3	1,7	WNW
	5	190	38	10,5	W
	9	30	3,3	0,9	SW
	$5\frac{2}{3}$	400	70,5	19,5	SSW

Laufende Nr.	Name des Ballons	Zeitdauer der Fahrt in Stunden	Länge des zurückgelegten Weges in Kilometer	Weg pro Stunde in Kilometern	Weg pro Secunde in Metern	Wind-Richtung
31	L'Égalité	$2\frac{7}{12}$	320	124	34,4	SW
32	La Ville d'Orléans .	15	3130	208,6	58	SW
33	Le Jules Favre Nr. 2	$9\frac{1}{2}$	460	47,3	13,1	ONO
34	La Bataille de Paris	$6\frac{3}{4}$	450	75	20,8	ONO
35	Le Volta	$5\frac{1}{2}$	460	83,6	23,2	ONO
36	Le Franklin . . .	$7\frac{1}{2}$	420	56	15,5	ONO
37	L'Armée de Bretagne	5	410	82	22,8	NO
38	Le Denis Papin . .	$6\frac{1}{2}$	210	32,3	9	ONO
39	Général Renault . .	$5\frac{3}{4}$	130	22,6	6,2	SSO
40	Ville de Paris. . .	$7\frac{1}{3}$	510	69,5	19,4	WSW
41	Le Parmentier. . .	$7\frac{5}{6}$	130	28,8	8	W
42	Le Guttenberg . .	$7\frac{1}{2}$	190	42,6	11,8	W
43	Le Davy	$5\frac{1}{2}$	320	58,1	16,1	NW
44	Général Chanzy . .	$8\frac{1}{2}$	760	89,3	24,8	W
45	Le Lavoisier . . .	$6\frac{1}{2}$	300	46,1	12,8	NO
46	La Délivrance . .	$6\frac{1}{2}$	560	86,1	23,9	NO
47	Rouget de l'Isle . .	6	200	33,3	9,2	O
48	Le Tourville . . .	$9\frac{1}{6}$	400	43,6	12,1	N
49	Le Merlin de Douai.	9	210	23,3	6,4	N
50	Le Bayard	7	470	67,1	18,6	NO
51	L'Armée de la Loire	$5\frac{1}{2}$	200	36,3	10	NO
52	Le Newton. . . .	7	100	14,3	4	ONO
53	Le Duquesne . . .	$6\frac{2}{3}$	160	24	6,6	WSW
54	Le Gambetta . . .	$10\frac{1}{2}$	200	19	5,2	NW
55	Le Képler	$7\frac{1}{2}$	280	37,3	10,3	ONO
56	Le Meonge. . . .	7	260	37	10,3	NNO
57	Général Faidherbe .	$10\frac{1}{2}$	560	53,3	14,8	NNO
58	Le Vaucanson. . .	$7\frac{1}{2}$	240	32	8,8	S
59	Le Steenackers . .	8	700	87,5	24,3	SSW
60	La Poste de Paris .	$6\frac{1}{2}$	630	97	27	SW
61	Général Bourbaki. .	$8\frac{1}{2}$	160	18,8	5,2	WSW
62	General Daumesnil .	3	300	100	2,7	SW
63	Torricelli	5	80	16	4,4	S
64	Général Cambronne .	$7\frac{1}{4}$	270	37,2	10,3	ONO

Wenngleich die in der Tabelle gegebenen Zahlen auch nur als Annäherungswerthe zu betrachten sind, so liefern sie doch für den Luft-schiffer eine viel sicherere Basis zur Beurth[illegible] alle auf der Erde gem[illegible] dürften die daraus [illegible]

uinischen Constructeuren etwas unbequem sein. Es ergiebt sich ch nämlich eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Ballons von 13,8 m Secunde.

Indess gestaltet sich dieses Resultat wieder sehr viel günstiger, n die unvermeidlichen Fehlerquellen in Betrachtung gezogen werden. ächst fahren die Ballons nicht immer in gerader Linie, sondern folgen Windrichtungen, welche vielfach durch locale Strömungen beeinflusst den und in Folge dessen mannigfache Abweichungen von der ursprüngen Richtung zeigen. Die pariser Aërostaten sind ferner nicht in ährend derselben Höhenlage gefahren oder haben während der Fahrt in bedeutend gewechselt. Schliesslich dürften kaum alle Luftschiffer Landungszeit mit der Uhr bestimmt, vielmehr ein grosser Theil sie chträglich geschätzt haben. In der Tabelle sind aber die Luftlinien n Auffahrts- bis zum Landungsorte durch die vom Luftschiffer angebene Fahrzeit dividirt worden, um obiges Resultat zu erhalten. Es st sich also gewiss Vieles dagegen einwenden.

Erst wenn die Zeit herangekommen ist, wo täglich Ballonfahrten annähernd den gleichen Höhen lediglich zur Erforschung der Luftömungen vorgenommen werden können, erst dann wird ein sicherer fschluss über die Schnelligkeit der Bewegungen des luftigen Oceans glich sein. Diese Zeit liegt für uns nicht mehr fern. Sie knüpft h an die industrielle Einführung eines billigeren Gases. Letzteres ist dem „Wassergase“, einem Gemenge von 50 % Kohlenoxyd und % Wasserstoff, gefunden. Hat sich dieses äusserst billige Gas erst gemein Eingang verschafft, so wird auch die Aëronautik mehr Gemeint aller werden, die weitverbreiteten falschen Ansichten über sie werden en und mit dem Aufblühen dieser neuen Epoche werden die Wahrchen der Geburt unserer Zukunftsahnungen an das Tageslicht treten.

Vor der Hand aber müssen wir uns damit bescheiden, nicht mit r himmelstürmenden Phantasie, sondern mit nüchterner Berechnung nd tiefer Ueberlegung mit den uns zu Gebote stehenden Mitteln der ukunft eine Grundlage zu schaffen. Eine Beobachtung, welche schon Zeit Meteorologen und Luftschiffern bekannt war, neuerdings aber n Kreis wissenschaftlicher Untersuchungen getreten ist, besteht he, dass nach oben hin die Windgeschwindigkeiten zu- s mit der Reibung, welche die bewegte Luft deshalb auch die Beobachtungen hoher n für die Berechnungen empfohlen

worden. Die hier folgende Tabelle liefert beispielsweise die Windbeobachtungen der Gipfelstation Schneekoppe im Vergleich mit der Station Eichberg am Fusse des Riesengebirges.

Tabelle IX.

Die jährliche mittlere Windstärke der Station Schneekoppe und Eichberg.[1]

(Landscala 0—6).

Schneekoppe Höhe = 1599 m				Eichberg Höhe = 348 m		
Jahr	h. 7 ante	h. 2 post	h. 9 post	h. 7 ante	h. 2 post	h. 9 post
1881	2,4	2,6	2,8	1,1	1,6	0,9
1882	2,3	2,6	2,8	1,1	1,6	0,9
1883	2,6	2,7	2,8	1,0	1,6	0,9
1884	2,4	2,5	2,7	0,9	1,5	0,9

Um diese Beobachtungen annäherungsweise auf Windgeschwindigkeit in Meter zu reduciren, bedient man sich dann der folgenden Zusammenstellung.

Tabelle X.

Ueber Windstärke, Windgeschwindigkeit und Winddruck.

Scala nach Scott Windstärke	Meter pro Secunde	Kilometer pro Stunde	Seescala nach Beaufort Windstärke	Meter pro Secunde	Kilometer pro Stunde	Landscala nach Beaufort Windstärke	Meter pro Secunde nach Mohn	Winddruck Kilogramm pro 1 qm nach Mohn
						0	0—0,5	0—0,15
0	1	3,6	0	1,3	4,6	1	0,5—4	0,15—1,87
1	4	14,4	1	3,6	13			
			2	5,8	20,6	2	4—7	1,87—5,96
2	7	25,2						
			3	8	28,6			
3	9	32,4				3	7—11	5,96—15,27
			4	10,3	37			
4	12	43,2	5	12,2	44	4	11—17	15,27—34,35
5	15	54	6	15,2	54,6			

1) P- [illegible] Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen. Veröf[illegible] logischen Institut, Berlin.

Scott Windstärke	Meter pro Secunde	Kilometer pro Stunde	Seescala nach Beaufort Windstärke	Meter pro Secunde	Kilometer pro Stunde	Landscala nach Beaufort Windstärke	Meter pro Secunde nach Mohn	Winddruck Kilogramm pro 1 qm nach Mohn
			7	17,9	64,3	5	17—28	34,35—95,4
6	19	68,4						
			8	21,5	77,3			
7	23	82,8						
			9	25	90			
8	28	100,8						
			10	29,1	104,6	6	über 28	über 94,4
9	33	118,8	11	33,5	120,6			
0	40	144	12	40,2	144,7			

Danach zu folgern wäre die Windgeschwindigkeit auf der Schnee-
ppe durchschnittlich 7—9 m pro Secunde, in Eichberg 0—5 m pro
unde. Aber auch diese Beobachtungen sind unsichere, einmal, weil
, wie die meisten meteorologischen Windbeobachtungen auf Schätzungen
ruhen, dann aber auch, weil die locale Figuration des Terrains die Luft-
wegungen nicht unwesentlich beeinflusst, wie Dr. Vettin vermittelst
perimentieller Darstellungen gezeigt hat.[1])

Aeusserst interessante und viel versprechende Versuche hat nun
der jüngsten Zeit Professor E. Douglas Archibald in London über
Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben mit Hilfe von Drachen
rgenommen.[2]) Archibald befestigte an genau abgemessenen Stellen
s Drachenkabels Woltmann'sche Flügelräder, deren Stand und Zeit
r und nach dem Steigen abgelesen wurde. Zu ihrer Höhenbestimmung
nutzte er einen Theodoliten. Die Versuche, welche bereits bis zu
ner Höhe von 480 m über dem Meeresspiegel ausgeführt worden sind,
rfen noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Es sei voraus-
schickt, dass Stevenson in Schottland auf Grund von Experimenten
einer 50 Fuss hohen Stange die Behauptung aufstellte, dass die
schwindigkeit proportional den Höhen zunähme; Dr. Vettin dagegen
m durch Beobachtungen der Wolken zu dem Resultat, dass sich die

1) S. Meteorologische Zeitschrift, herausgegeben von der deutschen Meteoro-
n Gesellschaft. Jahrgang 1884 und 1885.
2) Ibid. Jahrgang 1885, S. 47.

Geschwindigkeiten wie die vierte Wurzel aus dem Höhenverhältniss verhielten, oder durch die Formel ausgedrückt:

$$\frac{v}{v'} = \sqrt[4]{\frac{h}{h'}} = \left(\frac{h}{h'}\right)^{\frac{1}{4}}.$$

Archibald fand nun, dass der Exponent der Formel mit der Höhe immer mehr abnimmt und hofft durch weitere Versuche das Abnahmegesetz desselben aufstellen zu können. Einige Vorresultate sind bereits aus folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle XI.

Ueber Beobachtungen mittelst an Drachen befestigten Anemometern

von

E. D. Archibald.

Zahl der Beobachtungen	Mittlere Höhe		Mittlere Geschwindigkeit		Ungefährer Werth der Exponenten in der Formel
	obere	untere	obere	untere	
6	76	28	8,3	5,8	$^1/_3$
8	126	53	8,9	7,5	$^1/_5$
4	193	99	10,1	9,7	$^1/_{16}$

Es wird Jedermann einleuchten, dass der Constructeur, welcher für Kriegszwecke ein Luftschiff mit Eigenbewegung zu bauen beabsichtigt, die Gleichgewichtslage desselben in einer vor Zerstörung sicheren Höhenlage annehmen muss. Soll es aber ausserdem seinem Zweck entsprechen und hier lenkbar sein, so muss er fernerhin von der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit jener Höhe ausgehen, eine Zahl, welche vor der Feststellung des Gesetzes der Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben nur willkürlich zu schätzen ist.

Der englische Luftschiffer Green, ebenso wie der bekannte französische Yon nehmen 40 km pro Stunde = 11 m pro Secunde als mittlere Geschwindigkeit der oberen Fahrstrasse an. Das wäre allerdings ein Werth, welcher zwischen dem aus den 64 Ballonfahrten und jenem der meteorologischen Beobachtungen auf der Schneekoppe die Mitte hält.

Wenn nun hierüber ein einigermassen zuverlässiges Resultat vorliegt, muss weiterhin die Frage ergründet werden, welchen Widerstand das Luftschiff dem Wi[illegible]n wird und welche Arbeit erfor-

derlich sein wird, um diesen Widerstand zu überwinden. Die Versuche über den Luftwiderstand sind nun seit dem Jahre 1710, wo Newton damit begann, vielfach wiederholt worden, ohne dass man dabei ein unanfechtbares Resultat gefunden hätte. Man hat indess bis jetzt stets das Gesetz, wonach der Luftwiderstand proportional der Fläche, dem Quadrate des Sinus des Neigungswinkels und dem Quadrate der Geschwindigkeit zunimmt, für die Praxis für ausreichend befunden. In der Formel lautet dieses Gesetz

$$(1) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad W = k \,.\, d \,.\, \frac{F\,v^2}{2\,g}\; sin\; \alpha^2.$$

Darin bedeutet k = einen von der Grösse oder Form der Fläche abhängenden Coëfficienten.

d = Dichtigkeit der Luft = 1,293,
F = Grösse der Widerstandsfläche in qm,
v = Geschwindigkeit,
g = Erdschwere = 9,8,
α = Neigungswinkel der Fläche.

Für kleine Flächen und geringe Geschwindigkeiten beträgt nach Poncelet k = 1,86. Danach wäre der Druck P auf einen Quadratmeter bei 1 m Geschwindigkeit:

$$P = \frac{1{,}86 \,.\, 1{,}293}{2 \,.\, 9{,}8} = 0{,}123 \text{ kg}.$$

Ob die Constante P nun hiermit annähernd richtig gegeben wird, entzieht sich jeglicher Beurtheilung. Capitän Renard benutzt bei seinen Berechnungen den Werth 0,125, Yon hat den von d'Aubuisson P = 0,135 seinem Projecte eines lenkbaren Luftschiffes zu Grunde gelegt. Samuelson erhielt nach einer besonders aufgestellten Formel P = 0,13178. Wenn eine Commission sich der Aufgabe, ein lenkbares Luftschiff zu construiren, unterziehen soll, so wird das eingehende Studium der Natur der Luftbewegung, ihr Widerstand und ihre Reibung eine ihrer ersten Arbeiten sein müssen. Nur dann wird die Sicherheit des Erfolges einigermassen vorhanden sein, wenn nichts geglaubt, sondern Alles geprüft wird.

Nach Bestimmung der Constanten tritt die Form des Ballonkörpers als wesentlichster Bestandtheil des Ganzen in Frage. Die hervortretende Forderung, sie möglichst klein zu gestalten, macht die Benutzung von Wasserstoffgas zu ihrer Füllung zur Nothwendigkeit. Dass zunächst die Bestimmung ihres Volumens gleichwie die des Kugelballons

mit Eigengewicht, Nutzlast, Tragkraft u. s. f. in Beziehung gebracht werden muss, bedarf hier kaum der Wiedererwähnung. Die zweite Frage betrifft die Formentype; sie muss mit den Bewegungseigenschaften der Luftmolecule harmoniren, d. h. so beschaffen sein, dass sie die Luft mit möglichst geringen Wirbelbildungen, wenn wir solche wie beim Wasser auch in der Luft annehmen, durchschneidet. Die günstigste Gestalt lässt sich kaum anders als durch Versuche mit verschiedenen kleinen Modellen ermitteln. Auf diese Weise soll auch die Form des Meudoner Aërostaten vom Capitän Renard ermittelt worden sein. Es darf wohl angenommen werden, dass sie thatsächlich die beste ist. Auch der Umstand, dass auch Geschosse in dieser Gestalt (Zündnadelgeschoss) sehr günstige ballistische Eigenschaften in Bezug auf den Luftwiderstand offenbarten, spricht dafür. Bemerkenswerth ist hier, was bei Versuchen, welche der englische Oberst Marc Beaufoy 1793 bis 1798 mit Körpern im Wasser anstellte, als Ergebniss zu Tage kam: dass nämlich ein Körper, dessen Vordertheil durch zwei sich an der Spitze schneidende Kreisbogen abgerundet ist, deren Radius gleich der Breite dieses Körpers, deren zugespitzes Hintertheil indess die dreifache Breite zur Länge hat, den geringsten Widerstand leistete.[1])

Den gesammten Luftwiderstand, welchen die Form zu erleiden hat, muss man sich in dreierlei Arten zerlegt denken, nämlich in den Widerstand der Spitze, den des Hintertheils und den der Reibung. Wie verschiedenartig die Einflüsse dieser Widerstandsarten sind, wurde an Schiffen genugsam nachgewiesen.[2]) Der durch die Form bedingte Coëfficient wird wahrscheinlich dann am vortheilhaftesten ausfallen, wenn in dieser die kleinsten Coëfficienten der einzelnen Widerstände vereinigt sind. Querschnitt und Länge des Aërostaten spielen dabei eine Hauptrolle. Sie stehen miteinander in Wechselbeziehung und es wird demnach Sache des Experiments sein, auch bei ihnen das beste Verhältniss herauszufinden.

Von den erbauten Ballons war das Verhältniss des Durchmessers zur Länge folgendes:

Giffard 1852	1 : 3,66
„ 1855	1 : 7
Dupuy de Lome	1 : 2,4
Haenlein	1 : 5,5
Tissandier	1 : 3
Renard, Krebs	1 : 6.

1) S. Rühlmann, Hydromechanik S. 622, Hannover 1880.
2) S. Handbuch für Schiffsbau von W. H. White.

Die Reibung hängt von der Grösse der Oberfläche und von ihrer Glätte ab. Eine lange Form braucht mehr Oberfläche, wird demgemäss mehr Reibung erzeugen. Die Glätte wird durch Anwendung eines gefirnissten Stoffes, sowie die eines Netzhemdes anstatt des sich so scharf eindrückenden Netzes erreicht. Ausser dem Gaskörper leisten auch die übrigen Ballontheile einen Widerstand, der mitunter nicht unerheblich ist und daher stets in Betracht gezogen werden muss. Freilich treten bei diesen für die nähere Bestimmung wieder neue Schwierigkeiten auf, weil sich hier neue Körperformen bieten, welche besondere Coëfficienten verlangen. Man wird indess gut thun, alles, was nicht ausgeprägte Formen besitzt als glatte Fläche unreducirt in die Rechnung einzuführen. Der nächstgrösste Theil, das Schiff, wird unter Beachtung aller für die Verringerung des Widerstandes massgebenden Gesichtspunkte construirt. Die Summa des Takelageareals und der Appendixe darf wohl mit dem Cylindercoëfficienten reducirt werden.

Zur Feststellung des Gesammtwiderstandes des Luftschiffes denkt man sich die dem Winde zugekehrte Fläche desselben auf eine verticale Ebene projicirt und setzt die erhaltenen Projectionsflächen der verschiedenen Theile in Zahlenwerthe von Quadratmeter um.

Man bringt sodann jeden Theil der einen besonderen Coëfficienten (ζ) besitzt für sich in obige Formel (1) und erhält nach Fortlassung des hier nicht in Betracht kommenden Werthes für den Neigungswinkel:

(2) . . . . $W = 0{,}123 \,.\, F \,.\, \zeta \,.\, v^2.$

Die Summe der Resultate liefert alsdann den Gesammtwiderstand.

Dupuy de Lome nahm bei seinem 1872 construirten Aërostaten folgende Reductionscoëfficienten an: Ballon ohne Netz = $^1/_{30}$, Schiff, Insassen und Appendixe = $^1/_5$, schwache Netzleinen = $^1/_2$, starke Aufhänge- und Balancirtaue = $^1/_3$.[1])

Yon führte in seinem Project für den Ballon den Factor $^1/_{40}$, für die Takelage $^1/_3$, für das Schiff $^1/_5$ und für die Arme der Propellerschrauben $^1/_4$ ein.[2])

Aus dem Widerstande ergiebt sich nunmehr, welche Arbeit (a) zu leisten ist in Meterkilogramm, nach der Formel:

(3) . . . . $a = W \,.\, v$

---

1) S. Note sur l'Aérostat à Hélice construit pour le compte de l'état par M. Dupuy de Lome. Paris 1872.

2) S. Note sur la Direction des Aérostats par M. L. Gabriel Yon. Paris 1880.

oder in Pferdekraft umgesetzt:

$$(4) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad a = \frac{W \, . \, v}{75}.$$

Diese Arbeit muss also beim Propeller zum Ausdruck gelangen. Zur Bestimmung der Kraft des Motors nimmt man diese Zahl zum Ausgangspunkt und zieht nun in Betracht, wie viel von ihr durch Uebertragungen verloren geht. Genaue Bestimmungen hierüber sind nur ausführbar, wenn die nothwendigen Coëfficienten durch Versuche ermittelt werden. Hierher sind die verschiedenen Reibungswiderstände wie die der Schraubenflügel in der Luft, die der Achsen in den Lagern, als auch die Arbeitsverluste durch den Umsatz einer Kraft in eine andere Form, wie Wärme oder Electricität in Bewegung, zu rechnen. Man darf daher sagen, es ist:

$$(5) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad a = \lambda \, A$$

wenn man sich unter dem Werthe von λ den Nutzeffect in Gestalt eines echten Bruchs vorstellt. Setzt man diesen Werth in Formel (4) ein, so erhält man:

$$(6) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \lambda = \frac{W \, . \, v}{75 \, . \, A}$$

oder, um ihn in Procenten wieder zu geben:

$$(7) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \lambda = \frac{4}{3} \, . \, \frac{W \, . \, v}{A}.$$

Will man demnach die Arbeitskraft des Motors bestimmen,[1] so ist Formel (6) in folgender Umformung anzuwenden:

$$(8) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad A = \frac{W \, . \, v}{75 \, . \, \lambda}.$$

Für die Wahl des Motors sind dann folgende Hauptpunkte im Auge zu behalten, unter der Voraussetzung, dass er überhaupt fähig ist die erforderliche Arbeit zu leisten.

1) Sein Gewicht darf das bei der Aufstellung des Planes fixirte Maximum nicht überschreiten.

2) Er muss gefahrlos, eine längere Zeit, mit annähernd gleicher Kraft arbeiten können.

---

1) Die Bestimmung der Arbeit, welche ev. für den Ventilator erforderlich wird, der die [illegible] Räume fortwährend mit Luft zu versorgen hat, darf dabei nicht [illegible]

Die Construction eines den aëronautischen Zwecken entsprechenden ist der schwierigste Theil der lenkbaren Luftschifffahrt und man ohl nicht mit Unrecht die Behauptung aufgestellt, letztere hänge überhaupt ab.[1] Wenn dem so ist, müssen die Aëronauten die värtige Entwicklung der Kleinmotorenindustrie mit Freuden ben. Sie wird in Zukunft vielleicht auch einmal dahin führen, ihren üchen gerecht werden zu können. Vorläufig wird auf ein Sparen ewicht immer noch nicht hinreichend Rücksicht genommen.

Der Motor dürfte der Verwirklichung näher rücken, wenn in Folge billigen Herstellungsweise das Aluminium sich mehr in der inentechnik einbürgern würde. Die zur Zeit versuchten Motoren mit der Entwicklung der Technik enge Fühlung gehalten. Gifführte 1852 den Dampfmotor ein. Nach dem 1851 darauf geenen Patent versprach er bei seiner Construction folgende Vorzüge: ewicht sollte 25—30 kg pro Pferdekraft nicht übersteigen; der Druck im Kessel sollte nicht über drei Atmosphären und die stündıuf den Quadratmeter Heizfläche zur Verdampfung gelangende rmasse nicht über 20 kg betragen. Die unter Zuhilfenahme ichen Luftzuges erfolgende Verbrennung sollte pro Stunde und uadratdecimeter der Rostfläche 1 kg ausmachen. In Wirklichstellten sich alle diese Behauptungen ganz anders dar. Im 1855 baute er einen verbesserten Motor. Bei diesem sollte der ve Druck wenigstens 10 Atmosphären betragen und der Dampf hohem Druck und überhitzt gehalten werden können. Für die zwei ler war eine doppelte Hülle mit Dampfcirculation vorgesehen. deutete er ferner schon den von ihm erfundenen Injector an. Seine che fielen bekanntlich nicht günstig aus; der Motor war nicht genug. Die Sicherheit gegen Feuersgefahr hatte Giffard durch efe Aufhängung seines Schiffes, durch Absperrung des Feuerungss vermittelst Haarsieben und durch ein „U"förmiges Umbiegen chlotes zu erreichen gestrebt. Bei den neueren Projecten würde eringe Entfernung zwischen dem Schiff und dem Ballon noch bere Vorsichtsmassregeln nothwendig machen. Es ist endlich zu beichtigen, welches Gewicht das Heizungsmaterial und das mitzu-

1) Professor von Helmholtz glaubt auch, nachdem er die theoretische hkeit des lenkbaren Luftschiffes nachgewiesen, dass eben die Herstellung eines in die nöthigen Dimensionen ohne zu grosse Belastung des Ballons die n praktischen Schwierigkeiten bieten würde.

nehmende Wasser repräsentirt, wenn man die Dampfmaschine mit den übrigen Motoren in Vergleich stellen will.

Von Yon wurde 1880 eine Compound-Maschine vorgeschlagen, die durch Luftabkühlung mit Hilfe zweier Ventilatoren den Dampf wieder condensiren sollte. Als Brennmaterial wollte er Petroleum oder Füllungsgas aus dem Ballon verwenden, je nachdem es das Verhalten des Aërostaten oder der Wille seines Führers erforderte. Es sollte daher der gesammte Ballast nur in Form des Brennmaterials mitgeführt werden. Der Materialverbrauch würde also auch das Mittel zum beliebigen Fallen oder Steigen dem Luftschiffer in die Hand geben. Eine erhebliche Mehrbelastung des Fahrzeuges durch Wasser und Brennmaterial fällt durch diese besondern Einrichtungen fort.

Diese Idee erscheint sehr verführerisch und hat auch neuerdings, seitdem sich die Erkenntniss in Frankreich Bahn gebrochen, dass der Elektromotor vorläufig an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit angelangt sei, wieder warme Fürsprecher gefunden. Diese Fürsprecher berufen sich auch theilweise auf das prophetische Auge des verstorbenen Giffard, welcher auf dem Krankenbette, als ihm der erste Versuch Tissandier's mit dem elektrischen Ballon vorgelesen wurde, sich dahin äusserte:

„Les chiffres que Tissandier cite, prouvent qu'il pourra faire une expérience qui démontrera qu'on peut en choisissant son temps revenir au point de départ, mais comme la possibilité de diriger les ballons aura été démontrée de manière à convaincre les Parisiens, il faudra continuer les travaux, ce qu'on ne pourra faire qu'avec la vapeur.“[1])

In der That hat Giffard auch bis zum letzten Moment seines Lebens danach gestrebt, den Dampfmotor zu verbessern. Die Grundsätze, welche er dabei verfolgte, waren:

1) Vermehrung der Kolbengeschwindigkeit;

2) Vergrösserung des Drucks durch Ueberhitzung des Dampfes;

3) Verringerung des Wärmeverlustes in Folge Ausstrahlung durch Umhüllung des Kolbens vermittelst des Dampf-Schornsteins;

4) Steigerung der Verbrennung durch erhöhten Luftzug.

Kurz nachdem die Lenoir'sche Gaskraft-Maschine in der Industrie Eingang gefunden hatte, nahm Haenlein ihre Verwerthung für die Luftschifffahrt durch ein Patent für sich in Anspruch. Bei seiner im Jahre

---

1) Le spectateur militaire 1885, le Ballon Électrique de Meudon par de Fonvielle.

1872 ausgeführten Ballon-Construction kam denn auch diese Maschine in zweckentsprechender Abänderung zur Verwendung. Sie bestand aus vier horizontal gegenüberliegenden Cylindern, die auf eine gemeinschaftliche Kurbelachse von vier Kurbeln einwirkten. Je zwei dieser Kurbeln standen einander gegenüber und bildeten mit den beiden anderen rechte Winkel. Durch diese Anordnung beabsichtigte Haenlein den Gang der Maschine zu einem ruhigen zu machen und das Schwungrad zu vermeiden. Für je zwei Cylinder war ein elektrischer Vertheiler und ein Funken-Inductor mit Platin-Elementen vorhanden. Die Dimensionen betrugen:

Cylinder-Durchmesser	16 cm
„ Hub	24 „

Bei 90 Umdrehungen war die Kolbengeschwindigkeit 0,72 m. Die effective Pferdekraft der vier Cylinder belief sich auf 3,6. Die Details der Construction waren, um sie möglichst leicht zu machen, hohl ausgearbeitet. Haenlein speisste die Maschine aus dem grossen Ballon mittelst eines Schlauches und glaubte die Gestalt des Ballons durch Aufblasen des Ballonets zu erhalten, die Verminderung der Tragkraft aber durch die Verdunstung des Kühlwassers zu compensiren. Nach seinen Angaben stellte sich der Gasverbrauch pro Stunde für die vier Cylinder auf 6,5—7 cbm, während in derselben Zeit 10—12 kg Wasser verdunsteten. Danach wäre also der Ballastverlust dreimal so gross gewesen, als wie die Einbusse an Tragkraft.

Wie man sieht, ist auch von Haenlein schon das Princip des gegenseitigen Ausgleichs zwischen Ballast und Tragkraft und sein rationeller Verbrauch zum Betriebe des Motors aufgestellt worden. Allerdings scheint dieser Verbrauch bei der Gasmaschine sich nicht in der Weise das Gleichgewicht zu halten, wie es bei dem Dampfmotor Yon's der Fall sein würde. In späterer Zeit, im Jahre 1874 trat Haenlein mit dem neuen Gedanken auf, eine rotirende Gasmaschine in Verbindung mit Schraubenflügeln zu verwenden. Hier war also Motor und Propeller verbunden. Dieses Project hat seiner Zeit viel Aufsehen gemacht und verdient um so mehr Beachtung, als es vom Königlichen Kriegsministerium in Berlin, sowie von Autoritäten, wie Professor Grashoff, Professor von Hell und Hofrath Freiherrn von Burg in Wien geprüft und begutachtet worden ist. Die Maschine, ein durch Gasexplosion getriebenes Reactionsrad, ist wohl die einfachste, welche man sich denken kann. **(Fig. 38, Taf. IV)**. Das aus dem Ballon entnommene Gas tritt mit Luft gemischt durch Rohr *A* in *G* und von hier durch die

Nabe *W* in die hohlen Schraubenflügel *E* ein. Die Schraubenflügel sind auf der Nabe *W* befestigt; sie leiten das Gasgemisch in den hohlen Ring *F*. In einer excentrischen Rinne *f* (**Fig. 38a, Taf. IV**) gleiten an der Nabe vermittelst Rollen *a* eine Anzahl Schieberstangen *c*, welche durch den Theil *J* eine gleiche Anzahl Explosionskammern *G* am äusseren Rande des Ringrohres *F* mit diesem zeitweise in Verbindung setzen und sofort wieder abschliessen. Dieser Abschluss wird durch die an den Schieberstangen befindlichen Federn *K* bewirkt. Kurz nach dem Abschluss von *J* schleift die isolirte Feder *q* auf einem der in dem Hartgummiring *p* auf der Achse befindlichen Messingsegmente und lässt durch den hierauf hergestellten Batterieschluss bei *z* einen elektrischen Funken überspringen. Dieser bringt nun das Gasgemenge in *g* zur Explosion und bewirkt somit durch Reaction das Rotiren des Propeller-Motors. Haenlein will auch immer zwei diametral gegenüberliegende Kammern zur gleichzeitigen Explosion bringen. Die Feuersgefahr soll durch mehrere in den Explosionskammern *g* angebrachte Haarsiebe vollkommen beseitigt werden.

Diese Maschine ist zwar noch niemals ausgeführt worden und es steht somit die Erfahrung aus, ob sie in Wirklichkeit den Anforderungen entsprechen möchte. Trotzdem lässt es sich aber nicht ableugnen, dass sie der Idee nach, in ihrer Einfachheit alle anderen Ballonmotoren zu übertreffen scheint.[1]

Eine andere Art rotirender Gasmaschinen (Patent Haenlein und Hoffmann), welche Haenlein bei dem im ersten Theile erwähnten Projecte (S. 129, Fig. 30) zur Anwendung bringen wollte, ist ihrem Principe nach in der Figur 39, 39a, 39b, Taf. IV zur Darstellung gebracht.

Das Rad r_1, r_2, r_3 bewegt sich mit 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm Spielraum in dem äusseren Gehäuse *Q*; letzteres besitzt in *H* einen Schieber, welcher durch zwei mit Nuthen versehene Excenter *D*, *D*, *D* geführt wird (**Fig. 39, 39a, Taf. IV**). Dies geschieht durch das Eingreifen der an den Schieberstangen angebrachten Zapfen *n*, *n* in die an der Excenterwelle befindlichen Gleitbacken. Das Gehäuse *Q* ist fest mit dem Gestell *s* verbunden. Das Gasgemenge tritt nun durch das Rohr *A* in Nabe *C* und geht von hier weiter durch den Arm *B* nach dem Schieber *H*. Der Schieber *H* öffnet und schliesst sich bei Drehung des Rades r_1, r_2, r_3

[1]) [illegible] ausstellung zu London 1868 war eine ähnliche [illegible] Propellermotor [illegible] von Schill aus-
[illegible]

durch, dass ein daran befindlicher Hebel J (**Fig. 39b, Taf. IV**) in ner am Rohre A befestigten schraubenförmigen Nuthe läuft. Das bei r Oeffnung heraustretende Gasgemisch geht in die Explosionskammer und wird hier vermittelst einer elektrischen Leitung durch den Conct P zur Entzündung gebracht. Während dieses Momentes ist der chieber R geschlossen und bietet also gewissermassen das Widerlager, elches den Explosionsstoss auffängt und auf das rotirende Rad überägt. Um den Stoss auf die Achse nicht zu heftig wirken zu lassen; ind die auf der Achse T lose aufgeschobenen Excenter D, D mit iner Luftpufferbüchse G versehen, welche gegen einen an der Achse E festgekeilten Kolben F getrieben wird. Die Excenter können demach nur die kurze Bewegung machen, welche die Bremse ihnen getattet, dagegen bewegt sich die hohle Achse T zwischen V und F frei uf der Achse E. Die elektrische Zündung geschieht vermittelst des Iartgummiringes W mit eingelegten Messingsegmenten. t, t, t sind Haariebe um das Hineinschlagen des Feuers in den Arm L zu verhüten.[1])

Haenlein hat noch verschiedentliche andere Typen ähnlicher otirender Maschinen aufgestellt. Man kann wohl behaupten, dass der ler Construction zu Grunde liegende Gedanke ein ganz genialer und ielleicht auch verheissungsvoller ist. Zur Zeit hat es aber die Technik eider immer noch nicht vermocht, den Gedanken der rotirenden Gasnaschine in einer brauchbaren Weise zur Thatsache umzuformen. Daer muss auch dieser Motor noch als ein Versuchsgegenstand hingestellt verden. Man soll sich auch in Meudon anfangs mit der Einführung lieses Motors beschäftigt haben. Wie es heisst soll aber die Construction nicht gelungen sein[2]), und man schritt bald mit grossem Eifer zur Einrichtung des elektrischen Motors für den Ballon, als Tissandier seinen Versuch damit im Jahre 1883 gemacht hatte.

Der Elektromotor hat jedenfalls vor allen andern den Vorzug der absoluten Gefahrlosigkeit; er ermöglicht ein bequemes Einschalten und Ausschalten der Arbeitskraft und die Insassen des Schiffes haben nicht unter Wärmeeinwirkungen zu leiden. Die Arbeitskraft, welche ein Elektromotor, den der Ballon zu tragen vermag, auszuüben im Stande ist, hat aber eine Grenze, welche gegenwärtig in Meudon erreicht zu sein scheint. Wenn die Elektriker, was ja nicht ausgeschlossen erscheint, die neue Erfindung einer leichten Secundär-Batterie machten, welche

1) Der praktische Maschinen-Constructeur, Jahrg. 7, Nr. 17.
2) Le spectateur militaire 1884.

erlaubte ein grosses Arbeitsquantum in sich aufzunehmen, dann dürften bei Fortsetzung der Versuche mit dem Aërostaten von Meudon weitere Fortschritte zu erwarten sein. Die Offiziere von Meudon geben an, dass das Geheimniss ihres Motors in der Batterie läge — („la partie essentielle de leur invention est une pile!")[1]) — und nach dem „Compte rendu" haben sie auch der Academie der Wissenschaften demgemäss berichtet. Nach Zeitungsberichten soll der amerikanische General Russel Thayer in einem Vortrage angegeben haben, dass der Renard'sche Motor eine Dampfmaschine wäre.

Ob der amerikanische General nun besser informirt ist oder ob ihn die Zeitungsreporter falsch verstanden haben, ist eine ebenso unaufklärliche Sache. Man will ja bei der Fahrt Dampf im Schiff bemerkt haben und auf den Zeichnungen (Fig. R) ist auch etwas derartiges angedeutet. Hoffen wir, dass uns die Zukunft darüber einst Gewissheit verschaffen wird.

Fig. R.



Adrien Duté Poitevin glaubte eine zeitlang in dem Petroleum-Motor von Julius Hock in Wien die geeignetste Maschine entdeckt zu haben.[2]) Möglich ist es, dass man auch in Meudon anfangs diese oder eine ähnliche Maschine probirt hat. De Fonvielle berichtet uns wenigstens Folgendes: „Als Tissandier sein Patent nahm und den Ballon mittelst aus Batterien oder Accumulatoren entnommener elektrischer Kraft lenken wollte, waren die Meudoner Luftschiffer mit frucht-

1) Le spectateure militaire 188[illegible]
2) L'Aéronaute 1877, p. [illegible]

losen Versuchen beschäftigt, deren Idee sie von Deutschland entnommen hatten. Statt einer Dampfmaschine, wollten sie eine Gasmaschine construiren, d. h. einen schweren, ungeschickten Apparat, der beständig den Auftrieb des Aërostaten vermindert und Feuersgefahr nach sich zieht, weil bei jedem Hub ein Funken durch eine Inductionsmaschine gegeben wird. Sie beeilten sich, von dieser deutschen verfehlten (bâtarde) Combination abzugehen, als G. Tissandier auf der elektrischen Ausstellung seinen elektrischen Ballon präsentirte."

Die übrigen vorgeschlagenen Motoren, welche bei den alljährlichen neuen Erfindungen der „wirklichen lenkbaren Luftschiffe" als Vorschläge immer wiederkehren, haben so viele Uebelstände, dass sie nur der Vollständigkeit halber flüchtig hier erwähnt sein mögen. Ein Kohlensäure-Motor würde viel zu kurze Zeit bei seinem erheblichen Gewicht nutzbar sein. Comprimirte Luft, die durch ihre Reaction beim Austreten aus einer Röhre wirken soll, würde so wie so zum Zweck des Comprimirens einen leichten Motor erforderlich machen. Raketen endlich sind feuergefährlich und von zu kurzer Wirkungsdauer. Sie bilden schon mehr den Uebergang in das Capitel der wunderbaren Motoren, welches mit der in fast allen Ländern patentirten Erfindung eines Franzosen, durch die Reaction beim Schiessen einer in der Gondel befindlichen Kanone den Ballon zu treiben, ganz gut beginnen könnte.

Gleichzeitig mit dem Motor tritt die Propellerfrage bei dem lenkbaren Luftschiffe auf. In früheren Zeiten war man eine zeitlang der Meinung, dass ausser in der Gestalt des Ballons auch hierin das Geheimniss zu suchen sei. In Folge dessen existiren denn auch so viele Vorschläge über Fortbewegungsorgane von Ballons, dass man ein literarisch-aëronautisches Museum damit ausfüllen kann. Merkwürdig ist es, auf welche Abwege sich dabei der menschliche Geist verliert. Als die besten Propeller haben sich bis jetzt immer die Schrauben bewährt. Wie solche nun am besten geformt sein müssen, entzieht sich der Theorie und muss auf empirischen Wege gefunden werden. Helmholtz hat festgestellt, dass nur grosse, langsam bewegte Propeller rationell und sparsam arbeiten. Von den zur Zeit angewendeten waren die von Dupuy de Lome und von Renard die grössten. Die Anzahl der Flügel darf wohl auf zwei beschränkt werden. Nach den eingehenden Versuchen, welche der amerikanische Ingenieur Isherwood darüber an Schiffsschrauben angestellt hat, war ein Unterschied zwischen zwei- und Propellern nur bei Seegang vorhanden und eine Folge

davon, dass ein Theil der Schraubenfläche über Wasser kam.[1]) Man wird wohl thun sich in jeder Beziehung die Erfahrungen der Nautik über den Propeller anzueignen und als Grundlage zu nehmen.[2])

Für die Anbringung der Kraft am Luftschiff ist anzustreben, dass sie womöglich sich im Widerstandscentrum befinde. Dieses wird meist in oder etwas unterhalb der langen Ballonachse liegen. Die Verwirklichung dieses Strebens ist mit nicht zu unterschätzenden technischen Schwierigkeiten verknüpft. Einmal lassen sich in der Stoffhülle keine festen Punkte finden für die Lager einer 50—70 m langen Achse; Yon projectirte zwei Propellerschrauben in Höhe einer dicht unter dem Ballon laufenden festen Kielstange. Hier liessen sich allerdings die Achsenlager gut anbringen und durch entsprechende Takellage vor Verschiebung bewahren. Dann aber tritt mit der Kraftübertragung von dem tief aufgehängten Schiff aus, eine neue Schwierigkeit hinzu.

Sucht man sich andererseits damit zu helfen, dass man das Schiff, wie es Haenlein und Renard gethan haben, dicht unter den Ballon bringt, so kann die Stabilität des Fahrzeuges nur durch besondere Mittel erhalten werden. Der längliche Aërostat ist ein feinfühliger Wagebalken.[3]) Ein geringes Uebergewicht an einem Ende kann die Veranlassung zu seiner Zerstörung werden. Die Stabilität herzustellen ist eine der schwierigsten Aufgaben in diesem Falle. Es kommt hinzu, dass ein lenkbarer Aërostat ohne eine innere Luftblase zur Erhaltung seiner Form gar nicht denkbar ist, diese aber auch während der Fahrt öfter ihr Volumen wechselt und damit den Schwerpunkt und Auftriebspunkt des ganzen Apparates verschiebt. Fernerhin muss bei einem starren System eine Verschiebung auch dann stattfinden, wenn die Widerstand- und Kraftcentren nicht zusammenfallen. (**Fig. 40, Taf. IV.**)

---

1) Journal of the Franklin Institute 1875.

2) Um die Resultate der Hydrodynamik auf die Aërodynamik zu übertragen, benützte: Rühlmann, „Hydromechanik", Hannover 1880. — Civil-Ingenieur 1880, Bd. XXVI. — A. Samuelson, „Zur Theorie des Widerstandes der Medien". — Civil-Ingenieur 1885, Bd. XXXI, E. Gerlach, „Einige Bemerkungen über den Widerstand, den eine ebene Platte und ein Keil von einer gleichförmig strömenden Flüssigkeit erfährt. Siehe ferner noch Redtenbacher, „Die calorische Maschine", Mannheim 1853. — Civil-Ingenieur 1876, Bd. XXII, Lewicki, „Ueber Schraubenpropeller. — Desgleichen 1877, Bd. XXII, Szily, „Zur Theorie der Propellerschraube", White, „Handbuch für Schiffsbau", deutsch von Schlick und Müller, Leipzig 1879, S. 575.

3) L'Aéronaute 1869, pag. 22, 73. — Stabilité des apparails par Crocé Spinelli.

Es wirken am Schiff die Zugkraft k, am Ballon der Widerstand w ein paralleles Kräftepaar mit entgegengesetzter Richtung. Demnach gt hier das Bestreben einer Drehung vor. Auf den Ballon machen h ausserdem der Auftrieb a und die Schwere g als Kräftepaar geltend. n Angriffspunkt des ersteren denken wir uns in A, den Schwerpunkt s gesammten Apparates in S. Die in beiden letzteren Kräfte seien ander gleich, heben sich also gegenseitig auf, wenn sie in eine grade llen. Dadurch aber, dass die Kräfte k und w ein drehendes Kräfte-ar sind, wird auch a und g ein solches und es tritt nun Gleich-wicht ein wenn

$$a . c = b . k \text{ ist.}$$

mmt man den Winkel der Verschiebung α und betrachtet man die tfernung AS als bekannt mit dem Werthe d, so ergiebt sich

$$c = d . \sin \alpha,$$

glich

$$a . d . \sin \alpha = b . k$$

$$\sin \alpha = \frac{b . k}{a . d}.$$

Auf diese Weise wäre also der Werth des Verschiebungswinkels ermitteln und man kann daraus ersehen, wie sich in Wirklichkeit e Propeller Achse stellen würde. Gerlach[1]) meint, man könne nun n vornherein der Achse eine Neigung um so viel nach unten zu-eilen, um hernach die horizontale Wirkung zu erreichen, wenn man s nicht vorziehen wolle, vermittelst einer Schwerpunkts-Verlegung mit Hilfe eines Laufgewichts, gleich Renard-Krebs, diese horizontale Lage zu erhalten. Letzteres erscheint aber schon aus dem Grunde empfeh-lenswerther, weil es zu gleicher Zeit in empirischer Weise die Regu-lirung vorzunehmen gestattet, welche durch die Verschiebung des Punktes A in Folge Diffusion oder Volumen-Veränderung des Ballo-nets unvermeidlich wird. Alsdann wirkt allerdings, wie auch Gerlach esonders hervorhebt, die Triebkraft genau so, als ob sie am Ballon äre, nur ist zu bezweifeln, ob die Uebereinstimmung der beiden räfte eine dauernde sein wird. In der That scheint das wohl kaum glich. Wie sollte man die Construction des Laufgewichtes zur Selbst-igkeit einrichten? Eine plötzliche Windböe z. B. wird auf Ballon Schiff in verschiedener Weise einwirken. Der viel Widerstand

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, , 1884, „An welcher Stelle ist die treibende Kraft eines lenkbaren Luft-anzubringen“.

bietende leichte Körper wird, zurückgeworfen, während das schw[...]
Schiff noch einen Moment die ihm innewohnende lebendige Kraft wi[...]
lässt. Wir haben also hier wieder ein Kräftepaar und folglich ei[...]
Verschiebung, die sich bei der Plötzlichkeit des Auftretens solcher E[...]
scheinung nicht verhindern lässt. Derartige Ursachen müssen wohl a[...]
dem Stampfen beigemessen werden, welches Renard und Krebs b[...]
ihren Fahrten wiederholt verspürt haben. Schliesslich darf man a[...]
nicht unberücksichtigt lassen, dass bei einem Steigen des Aërostat[...]
durch die Entlastung des Schiffes der Schwerpunkt sich mehr d[...]
Aërostaten nähert. Es müssen also auch diese schwierigen Berech[...]
nungen auf Grund einer maximalen Gleichgewichtslage ausgeführt werd[...]

Im Jahre 1885 wurde zu Cherbourg von einem gewissen De[...]
bayeux ein Aërostat gebaut, welcher nach seiner Fertigstellung sich
als nicht stabil erwies (14. Juli). Wenn man bedenkt, dass die Lenk-
barkeit auf dem (mitunter wiederkehrenden) Princip beruhte, dass die
Rotation einer in der Längsachse vorn am Ballon angebrachten Pro-
pellerschraube einen luftleeren Raum schaffe, in den der Aërostat durch
den hinten wirkenden Luftdruck hineingedrückt würde, so muss man
sich wundern, dass in dem Lande, welches am besten über die Luft-
schifffahrt Bescheid weiss, so viele Capitalisten gefunden werden konn-
ten, um diese Idee zur Ausführung bringen zu können. Die verfehlte
Arbeit hat nicht weniger als 200,000 Francs gekostet.[1])

Die Anbringung des Propellers an dem vorderen Theile des Schiffes
bietet den Vortheil, dass der Hebelarm zum Steuern ein längerer wird,
das Luftschiff also schneller den Drehungen des Ruders folgt. Die Verbindung
zwischen dem Ballon und dem Schiff wird durch besondere auf die
Form passende Netz- oder Netzhemden-Constructionen bewerkstelligt.
Giffard führte die von diesen ausgehenden Auslaufleinen zunächst nach
einem parallel der Längsachse des Ballons befindlichen Baum. An letzterem
hing dann das Schiff mit dem Motor. Trat die forttreibende Kraft in
Thätigkeit, so schleppte bei dieser Anordnung das Schiff den Ballon
nach. Die neueren Constructionen von Dupuy de Lome angefangen,
suchten alle eine starre Verbindung zwischen den beiden Hauptheilen
herzustellen und erreichten dies durch zweckmässig angebrachte Diago-
nalleinen bei der Aufhängungsvorrichtung. Das Steuerruder besteht ge-
wöhnlich in einem drehbaren gesteiften Segel. Renard wendete hier[...]

1) La Navigation Aérienne par G. Tisandier. Paris 1886. — Journal
the Royal united Service-Institution. Vol. 29. 1885.

e octoëderartige Körperform an, die aus einem mit Ballonstoff über-
zenen Gestell gefertigt war. Um bei der Schmalheit seines Schiffes
:h ein leichtes Drehen des Steuers zu ermöglichen, führte er dann die
euerleinen über die zwei seitwärts hervorstehenden horizontalen Bretter;
nigstens scheint doch die Ansicht einzelner Berichterstatter, dass sie
einem langsamen Herabkommen für die Landung beitragen sollte,
cht recht glaubhaft.

Das zu lenkbaren Aërostaten verwendete Material ist im wesent-
chen das allgemein bei Kugelballons gebräuchlichen. Abweichungen
nden insofern statt, als die Anforderungen an die Solidität desselben
och höher gestellt werden müssen. Der Stoff, welchen Yon für seine
onstructton in Vorschlag brachte, wog beispielsweise 0,600 kg pro
Quadratmeter, die sich folgendermassen vertheilten:

Drei Firnissschichten Innen	110 gr
Florentiner Taffet	25 „
Vulkanisirter Kautschuk 5 Schichten .	100 „
Chinesische Ponghee-Seide	80 „
Natürlicher Kautschuk 10 Schichten .	200 „
Chinesische Ponghee-Seide	85 „
	Sa.: 600 gr

Eine ähnliche Zusammensetzung zu 0,500 kg pro Quadratmeter
edachte er dann zum Netzhemde zu gebrauchen. Auf dieses Netz-
emde wurde dann noch bei Dupuy de Lome's Ballon seidene Bänder
ufgenäht, die bis zu den Rändern hinabliefen. Der Rand selbst wurde
nit einem Saume versehen, in dem Bambusstangen eingenäht wurden.
An diesen Stangen waren die Auslaufleinen befestigt und zwar immer
n Punkten, wo ein Band des Netzhemdes hinablief. Alle Nähte, welche
esonders auf ihre Festigkeit beansprucht wurden, liess Dupuy de
ome in einer Winkelnaht führen, sodass die Stiche die Figuren von
homben darstellten. Zu allen Gestellen, zur Schiffsconstruction etc.
ietet sich in dem Bambusrohr ein vorzügliches Material. Es ist nur
hwierig es in genügender Stärke und Länge zu erhalten. Zum Er-
tz können auch wohl aus Fournirholz gewickelte und geleimte Stangen,
ie sie Capitän Kosztowits in Petersburg anwendet oder nach Yon's
orschlag, nach Art der Fässer aus Dauben zusammengesetzte und mit
and umwickelte Röhren angewendet werden. Tissandier hat bei
inem Aërostaten, als eine elastische Versteifung, eine dünne Nuss-
umleiste mit zwei darauf gesetzten halbdurchschnittenen Bambus-
äben, und diese zusammen gut mit Band bewickelt, angewendet und

für gut befunden. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Bambusstäben fertigte eben derselbe durch eine feste Kreuzumwicklung mit Kupferdraht.

Die Propellerschrauben scheinen bei allen französischen Constructeuren in beinahe gleicher Weise hergestellt zu werden. Mit der Nabe aus Bronce sind zugleich die Hülsen für die Stangen der Schraubenflügel in richtiger Stellung durch den Guss vereinigt. Die Stangen sind aus Eschen- oder Fichtenholz. Auf je zwei nebeneinanderstehende wird das aus Draht oder durch Holzlatten im Umriss gefertigte Blatt befestigt, dann werden mehrere Querlatten daran angebracht, die bei Renard gekrümmt sein sollen. Schliesslich werden die Blätter mit gefirnisstem Ballonstoff überspannt. Um zu vermeiden, dass die Arme sich zurückbiegen und vielleicht brechen, werden dann die Stangen, ungefähr von der Mitte des Blattes aus, vermittelst starker Drähte mit besonderen an der Nabe noch befindlichen Broncearmen verbunden. Um den Propeller für die Landung abnehmen zu können, hatte Dupuy de Lome am Stoss der Nabe einen Zahnkranz angebracht, der in einen ebensolchen an der Welle befindlichen eingriff und beliebig aus- und eingeschaltet werden konnte. Eine derartige Anordnung erscheint für die Landung gewiss recht zweckgemäss; wir finden sie daher auch wieder beim Meudoner Luftschiff. Die Appendixe des Gasballons und der Luftblase müssen mit automatischen Ventilen versehen werden, in der Art, dass der letztere sich bei einem geringeren Drucke öffnet als der des Gasballons.

Ein vorzügliches Mittel, um sich über das bisher Geleistete auf diesem Gebiete einen schnellen Ueberblick zu verschaffen, gewährt die folgende von Major Buchholtz nach den Angaben der Constructeure zusammengestellte Tabelle.

Tabelle VI.

Uebersicht über die bisher erbauten lenkbaren Luftschiffe.

Constructeur	Giffard 1852	Giffard 1855	Dupuy de Lome 1872	Hänlein 1872	Tissandier 1883/84	Renard Krebs 1884/85
Länge	44	70	36,2	50,4	28	50,42
Grösster Durchmesser . . .	12	10	14,82	9,2	9,2	8,4
Inhalt . . .	2500	3200	3454	2408	1060	1864
Tragtähigkeit in Kilogramm .	1800	2240	3799	2629	1240	2000

:ructeur	Giffard 1852	Giffard 1855	Dupuy de Lome 1872	Haenlein 1872	Tissandier 1883/84	Renard Krebs 1884/85
des Mo- in Kilo- n . . .	870	—	1254	537	280	625
äfte des s . .	3	—	2—1,3	3,6	1,5	8,5
r Propel- el . .	3	2	2	4	2	2
esser des llers in n . .	3,4	—	9	4,6	2,85	7
ahl in d. e . .	110	—	25—27	90	120190	46
he Ge- digkeit eunde in n	2—3	—	2,6	5,2	3—4	5,5—6,5
erdekraft Gewicht wegen in ramm .	600	—	3000	730	500	235
des Mo- o Pferde- . . .	290	—	1200	146,4	186	77

ass mit der Zeit Fortschritte gemacht sind wird sicherlich jeder-inleuchten; um aber das Ideal der menschlichen Wünsche zu n, dazu bedarf es noch tiefer Ueberlegung, reger Thätigkeit und nglicher Ausdauer!

Kapitel IV.

Gase- und Gasbereitung.

a. Wasserstoffgas.

Von allen Gasen, welche leichter sind als die Luft, ist nur ein kleiner Theil für die Luftschifffahrt praktisch verwendbar. Zu diesem rechnen: Wasserstoffgas, Leuchtgas, Ammoniak- und Wassergas.

Das leichteste und daher für die Aëronautik wichtigste von diesen ist das Wasserstoffgas. Es ist im reinen Zustande ein farbloses, durchsichtiges, geschmack- und geruchloses Gas. Sein Volumengewicht ist 0,06926 also $14^1/_2$ mal leichter als atmosphärische Luft. Ohne den Zutritt von Sauerstoff ist es nicht entzündlich. Ist dagegen solcher vorhanden, so brennt es mit einer schwachsichtbaren Flamme ruhig ab. Bei einer Mischung mit Sauerstoff jedoch findet bei Berührung mit einer Flamme die Vereinigung dieser beiden Gase zu Wasser unter heftiger Detonation statt. (Knallgas). Die Tragkraft des Wasserstoffes beträgt, wenn nach Bunsen 1 cbm = 0,089578 kg wiegt = 1,2932 — 0,089578 = 1,203622 kg. Wenngleich sich nun die Materialen zur Herstellung dieses Gases in Gestalt des Wassers fast überall finden, so sind doch die damit verbundenen Unkosten so bedeutende, dass die meisten Luftschiffer für gewöhnliche Fahrten sich der weniger guten Traggase bedienen. Ebenso aber, wie die Anwendung letzterer für lenkbare Ballons unzulässig ist, ebenso muss auch in den meisten Fällen für den Krieg von ihnen Abstand genommen werden, wo es heisst in kurzer Zeit eine hinreichende Tragkraft zu produciren. Es ist daher bei allen Nationen, welche sich eingehender mit der Militäraëronautik beschäftigt haben,

auch die Frage der Wasserstofferzeugung einem mehr oder weniger eingehenden Studium unterworfen worden, ohne dass bis jetzt schon bei allen diejenigen Resultate erreicht worden wären, welche für die militärische Verwendung von Ballons wünschenswerth sind.

Von den verschiedenen Darstellungsmethoden muss zunächst die, welche auf elektrolytischem Wege das Wasser zersetzt und die, welche dasselbe mit Hilfe von metallischem Kalium oder Natrium besorgt, wegen ihrer Kostspieligkeit ausgeschlossen werden. Günstiger sieht es schon mit der Darstellung aus, welche das Gas durch Ueberleiten von Wasserdampf über glühendes Eisen herstellt. Sie ist, wie wir wissen, bereits im vorigen Jahrhundert im Kriege zur Verwendung gekommen.[1])

Die Zersetzung wird durch folgende chemische Formel veranschaulicht:

$$3\ Fe + 4\ H_2\ O = Fe_3\ O_4 + 8\ H.$$

Daraus folgt, dass zur Herstellung von 1 cbm Wasserstoff 1881,18 gr Eisen und 806,22 gr Wasser bei dieser Methode erforderlich sein würden. Für die Praxis kommt aber ein grosser Uebelstand hinzu. Der Sauerstoff nämlich, welchen das Eisen dem Wasser entzieht, setzt sich auf dem ersteren als eine krystallinische Kruste von Eisenoxyduloxyd ab, welche die weitere Oxydation schliesslich verhindert. Die Gasentwickelung ist auch schon dadurch, dass die Absorptionsfähigkeit des Eisens für Sauerstoff eine beschränkte ist, eine sehr langsame. Die Aërostiers der ersten Republik brauchten bekanntlich ca. 50 Stunden um 600 cbm herzustellen.

Giffard versuchte im Jahre 1878 diese Herstellungsmethode noch einmal zu verbessern. Er baute zwei senkrechte Schachtöfen und füllte den einen mit Coks, den anderen mit einem Eisenoxydmineral. Der Coks wurde unten angezündet und die Verbrennung durch künstliche Luftführung unterhalten. Die höher liegenden Schichten kamen dabei nicht zur vollkommenen Oxydation und bildeten Kohlenoxydgas, (CO) welches, nachdem es in einem Reiniger von Aschentheilen befreit war, in den Eisenoxydofen hinüber geleitet wurde. Hier fand nun eine Reduction in der Weise statt, dass das heisse Kohlenoxydgas dem Eisen Sauerstoff entzog und sich in Kohlensäure verwandelte, die man abfliessen liess. War die Reduction des Eisens genügend durchgeführt, so wurde die Zuführung von Kohlenoxyd unterbrochen und Wasserdampf auf das Eisenoxydul gelassen. Danach erfolgte unter Zersetzung des

---

1) Theil I, S. 149.

Wassers (H_2O) wiederum die Oxydation des Eisenoxyduls ($Fe\,O$) zu Eisenoxyd ($Fe\,O_2$) und es wurde dabei reines Wasserstoffgas frei. Man konnte diesen Process beliebig oft wiederholen. Der Apparat soll verschiedentlich gute Resultate geliefert haben. Nach Tissandier waren zur Herstellung von 1 cbm Wasserstoff 570 gr reiner Kohle nothwendig. Wenn man in Anbetracht der Unreinheit des verwendeten Cokes und in Berücksichtigung der Gasverluste 800 gr rechnete, ergab sich ein Preis von 3,7 Centimes pro Cubikmeter. Kommt noch der Verbrauch des Minerals hinzu, so soll der Preis 4,5 bis 5 Centimes betragen; also ca. 4 Pfennige. Giffard ging trotzdem von dieser Darstellungsmethode ab, weil zuweilen gefahrvolle Explosionen dabei auftraten.[1])

Viel sicherer ist schon die Erzeugung des Wasserstoffgases aus Zink und Schwefelsäure, wie es ja auch bei den ersten Gasballons zur Anwendung kam. Freilich liessen die ersten Apparate vieles zu wünschen übrig und die ersten Versuche bereiteten so grosse Schwierigkeiten, dass Leute von weniger Ausdauer als Charles sie besass, deswegen allein an der Herstellung eines Gasballons gezweifelt haben würden. Uebergiesst man Zink mit verdünnter Schwefelsäure (1 Vol. Säure und 3 bis 10 Vol. Wasser) so findet sofort unter Wasserstoffbildung eine lebhafte Zersetzung des Wassers und Zinks statt. Letzteres verbindet sich dabei mit der Schwefelsäure zum schwefelsauren Salz. Die Zersetzung geht nach folgender Formel vor sich:

$$H_2\,S\,O_4 + Zn = Zn\,S\,O_4 + 2\,H.$$

Zur Herstellung von 1 cbm Wasserstoff würde man daher nach der Theorie brauchen an Schwefelsäureanhydrit = 3583,2 gr, an Zink . . . . = 2911,35 gr.

Es muss ein grosser Werth darauf gelegt werden, dass die Materialien möglichst chemisch rein, wenigstens aber Arsenfrei sind, eine chemische Analyse erscheint daher bei dem Bezuge grösserer Quantitäten sehr empfehlenswerth. Ist Arsen im Material vorhanden so wird das Wasserstoffgas durch ein sehr giftiges Gas den Arsenwasserstoff verunreinigt. Man kann letzteres leicht nachweisen, wenn man Material-Probe zu einer Wasserstofferzeugung im kleinen nimmt und dass so erzeugte Gas an einem Ausflussrohr anzündet. Bei Arsenikgehalt bildet sich auf einem in die Flamme hineingehaltenen Procellanteller ein schwarzer Spiegel. Eine gewisse Garantie für die Reinheit des Zinks besitzt man

1) S. l'Aéronaute 1869, p. 31, 1877, 308.

Kenntniss, des Hüttenwerkes aus dem es bezogen, sowie des Roh-
erials aus welchem es hergestellt worden ist. Die besten Zinkerze
Kieselgalmei (Ober-Schlesien) und Rothzinkerz.[1])

Von dem im Handel vorkommenden Zink ist das in Tafeln ausalzte das reichste. Die schnelle Entwickelung des Gases lässt sich h Angabe Jeserich's noch dadurch bedeutend steigern, dass man verdünnten Säure geringe Mengen von Platinchloridlösung hinzufügt.

Die Herstellung des Wasserstoffs aus Zink und Schwefelsäure hat en Uebelstand, sie ist kostspielig. Reines Zink kostet pro kg 5 ℳ, wefelsäure pro kg 0,50 ℳ. Ein Ballon von 600 cbm Inhalt würde nnach zu seiner Füllung beanspruchen: reines Zink 8734 ℳ, englische wefelsäure 1316,25 ℳ, in Summa 10050,25 ℳ.

Man wird es daher erklärlich finden, dass auch diese Art der rstellung niemals zu Versuchen im grösseren Massstabe benutzt rden ist.

Als Ersatz hat man in Frankreich stets Eisen genommen. In der it erscheint es nicht nur der Wohlfeilheit wegen das bessere Material sein, sondern auch schon deshalb, weil es fast überall zu erlangen ein Umstand der für den Krieg ja von durchgreifender Bedeutung Zink muss in grossen Quantitäten in vielen schwerbelasteten Wagen geführt werden; man dürfte wohl nur in sehr bevölkerten und reichen dstrichen durch Requisitionen in einem weiten Umkreise mit vieler he soviel zusammenbringen, als zu einer Ballonfüllung nöthig ist. en findet sich in der elendesten Lehmhütte eines polnischen Dorfes, findet sich im Massen in dem unbrauchbar gewordenen Kriegsmaterial den Schlachtfeldern selbst. Dies trug wahrscheinlich dazu bei, dass wohl die Amerikaner, als auch die Franzosen sich dieses Mittels zur rstellung der Wasserstofferzeugung bedienten. Es kommt ferner hinzu, s auch das Gewicht des Materials bei Verwendung von Eisen ein l geringeres ist, wie sich gleich aus den folgenden ergeben wird.

Die Zersetzungsgleichung für Eisen lautet:

$$H_2\ S\ O_4 + Fe = Fe\ S\ O_4 + 2\ H.$$

Man braucht demnach für 1 cbm H:

Schwefelsäureanhydrit ($S\ O_3$) = 3583,2 gr,
Eisen . . . . = 2508,24 gr.

1) Kommt in grossen Massen im Franklinit, dem Ansehen nach eines der önsten Minerale, zu Franklin in New-Jersey vor.

Nehmen wir als Beispiel einen Kugelballon von 600 cbm Volumen an, so brauchen wir zu seiner Füllung nach der Theorie:

Schwefelsäureanhydrit	= 2149,92	kg	= 42,99	Ctr.
Zink	= 1746,81	„	= 34,67	„
	Sa.: 3896,73	„	= 77,66	„

oder

Schwefelsäureanhydrit	= 2149,92	„	= 42,99	„
Eisen	= 1504,94	„	= 30,1	„
	Sa.: 3654,86	„	= 73,09	„

Die älteste Art der Herstellung des Gases fand durch Benutzung von gut gedichteten Fässern statt. Professor Charles baute diese Fässer in einem Kreise auf, und stellte in dessen Mitte einen grossen Waschbottich. Jedes Fass hatte im Deckel zwei Rohröffnungen. Die eine ging als Rohr weiter, beinah bis auf den Boden des Fasses und diente zum Zugiessen der verdünnten Säure, das andere ging nur durch den Deckel und wurde mit der Rohrleitung verbunden, welche das Gas in die Mitte des Bottichs unter eine Glocke führte. Letztere hatte oben eine weitere Oeffnung, welche mit dem Ballon in Verbindung gebracht wurde. Da die Fässer nach einiger Zeit eine neue Beschickung erforderten, hatte Charles sie in doppelter Garnitur zum Auswechseln. Ganz dieselbe Methode wandte auch noch Dupuy de Lome im Jahre 1872 für die Füllung seines grossen Aërostaten von 3454 cbm Inhalt an. Er construirte mit Hilfe des Luftschiffers Yon zwei Systeme zu je 40 Fässern. Jedes Fass hatte ein Volumen von 690 Litern und erhielt von vornherein eine Beschickung von 200 kg Eisen (fer permanent). Dann aber wurden noch hinzugethan:

Wasser	425	Liter
Eisen	31,25	kg
Schwefelsäure (66_0 spec. Gewicht 1,842)	62,50	„

Vom Inhalte eines Fasses wurden somit 516 Liter ausgefüllt und es ergab ein jedes eine Production von 12,5 cbm Gas innerhalb zwei Stunden, so dass ein System in dieser Zeit 500 cbm liefern konnte. Danach wurde das zweite System in Gang gesetzt, während das erste von den Zersetzungsproducten gereinigt und mit der neuen Beschickung versehen werden musste. Die 40 Tonnen eines Systems standen in zwei Reihen. Das Gas wurde durch ein zwischen ihnen entlang laufendes Rohr in den Waschapparat geführt. Letzterer war ein Cylinder aus verbleitem Eisenblech von 1,50 m Höhe und 1,50 m Durchmesser, und

ıthielt kaltes Wasser, welches durch Eis bis auf beinahe 0 Grad ab-ekühlt wurde. Das Wasser lief beständig durch den Wäscher hindurch nd stand darin 6 cm hoch. Hatte das Gas diese Schicht verlassen, so urde es noch im oberen Theil des Wäschers von einem beständigen legen kalten Wassers weiterhin abgekühlt. Nach dem Heraustreten aus em Wäscher wurde es in den Trockner geleitet, einem ebenfalls aus erbleitem Eisenblech gefertigten Cylinder von 2,70 m Höhe und m Durchmesser. Der Cylinder hatte vier Roste, welche mit ungelöschtem Kalk auf einer Moosunterlage bedeckt waren. Das Gas trat unten am Cylinderboden ein und wurde oben abgeleitet, um weiterhin ein Glasgefäss, welches ein Hygrometer sowie Lakmuspapier enthielt, zu passiren und darauf vermittelst eines Schlauches in den Ballon geleitet. Am ersten Tage fand bei der Füllung die Beschickung viermal statt, es konnten demnach in acht Stunden 2000 cbm Gas erzeugt werden. Diese Herstellung des Gases zeigte doch mancherlei Mängel, besonders war die allmähliche Verlangsamung der Entwickelung in Folge des Ueberhandnehmens der Ferrosulphatproduction ein grosser Uebelstand. Das am Boden der Gefässe befindliche Eisen wurde förmlich von diesem Salze incrustirt und war somit jeglicher weiteren Zersetzung entzogen. In Erkenntniss dessen beschloss daher Giffard, als die Frage der Gaserzeugung für seinen Captifballon (für die Weltausstellung zu Paris) an ihn herantrat, einen continuirlichen Abfluss dieses Sulphats einzurichten. Sein Gedanke war, die verdünnte Säure beständig vom Boden des mit Eisen gefüllten Erzeugers aus eintreten zu lassen. Einen Abfluss für das Sulphat brachte er dann in einer bestimmten Höhe dieses Gefässes an. Auf diese Weise konnte bei der Lebhaftigkeit der Gasentwickelung sich nirgends ein Zersetzungsproduct absetzen. Wäscher und Trockner richtete Giffard ähnlich wie Dupuy de Lome ein. Als Kühler setzte er indess noch ein besonderes Gefäss, welches immerfort von kaltem Wasser durchströmt wurde, hinter den Trockner. Ein im Jahre 1877 ausgeführter Versuchsapparat bewährte sich und bestimmte den Constructeur einen grösseren derselben Methode zur Füllung des grossen Balloncaptifs zu erbauen. Er will mit letzterem stündlich 000 cbm hergestellt haben und dabei im Ganzen zur Füllung des 5000 cbm fassenden Ballons verbraucht haben:

190000 kg Schwefelsäure (52° Kammersäure spec. Gewicht 1,563),

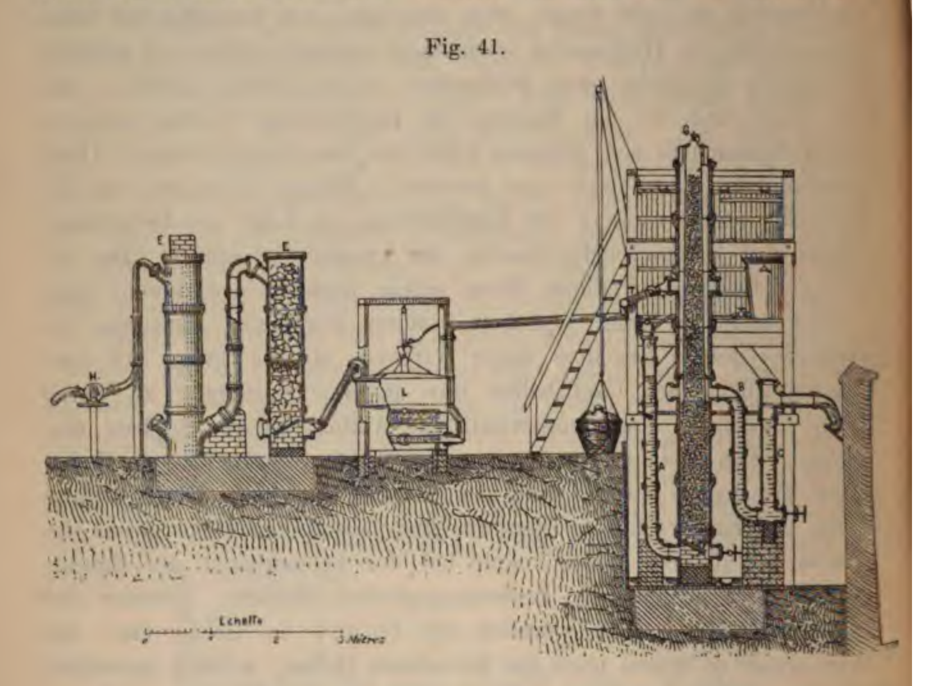
nd

80000 kg Eisendrehspähne.

Das Gas hatte an fremden Bestandtheilen geringe Beimengungen

von Kohlen-, Schwefel-, Phosphor- und Arsen-Wasserstoff. Sein Preis belief sich nach Abzug des Erlöses für die Zersetzungsproducte auf 30 Centimes pro Cubikmeter. Genau nach Giffard's erprobter Idee stellte Tissandier im Jahre 1883 seinen Wasserstoffgenerator her (s. Figur 41). Sein Apparat weicht nur insofern von Giffard's ab, als er der Sparsamkeit halber viel einfacher construirt ist. Tissandier baute 4 Generatoren, deren jeder aus 8 Doulton'schen Thonröhren von ca. 0,45 m Durchmesser und 0,76 m Höhe zusammengesetzt war. Jeder Ofen erhielt demnach eine Höhe von über 6 m und konnte circa

Fig. 41.

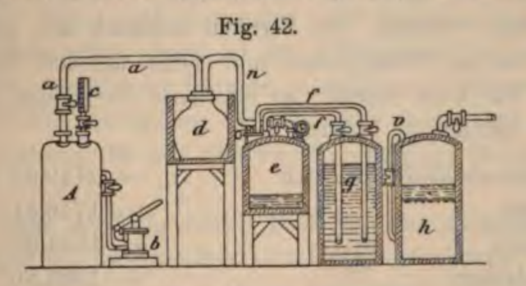


1000 kg durchsiebter Eisenfeilspähne aufnehmen. Für je zwei Generatoren ist ein Reservoir von 8 cbm Inhalt aus festem innen getheerten Holze vorhanden. Diese dienen als Mischgefässe und stehen mit den Generatoren durch die Röhren *A* in Verbindung. Die verdünnte Säure tritt also unten in den Generator ein und füllt ihn allmählich bis zum „U"-förmigen Abflussrohr *BC*. Die abfliessende Sulphatflüssigkeit wird in einer Rinne aufgefangen, der Generator ist beinah bis oben hin gefüllt. Das zersetzte Eisen ersetzt sich durch den Nachschub von oben her. Damit die Spähne nicht in das Rohr *B* hineinfallen, ist im oberen

eil des Generators noch ein verbleites Kupferrohr eingesetzt, welches s über die Oeffnung von B hinausreicht. Der Generator besitzt oben nen hydraulischen Abschluss G, der gleichzeitig als Sicherheitsventil ent. Die Entwicklung findet unter beständigem Zufluss der verdünnten äure in sehr heftiger Weise statt. Das Gas entwickelt sich zugleich it Dämpfen von ungesäuertem Wasser. Es geht aus dem Generator urch das Rohr T in den Wäscher L, der wie der von Giffard geaut ist. Der Bottich wird beständig von kaltem Wasser durchflossen nd von diesem bis zu einer bestimmten Höhe gefüllt. Das in dieses 'asser hineinragende Gaszuleitungsrohr hat daselbst viele kleine Löcher n das Gas in kleinen Blasen zum Austritt zu zwingen. Ausserdem hrt in den oberen Theil des Wäschers ein Rohr, welches aus kleinen ffnungen immerwährend Wasser aussprengt. Das Gas tritt dann in n mit Aetzkali oder Aetznatron gefüllten Trockner E und danach den mit Chlorcalcium gefüllten E' ein, und wird schliesslich in H, ner Glaskugel mit Hygrometer und Thermometer einer Controle auf ockenheit und Wärme unterworfen, bevor es weiter in den Ballon getet wird. Tissandier will vollständig trocknes und gutes abgekühltes s von 1,190 kg Auftrieb pro Kubikmeter erhalten haben. Er stellte nerhalb einer Stunde mit Hilfe aller 4 Generatoren 300 cbm Gas her d verbrauchte dabei 1000 kg Eisen und 1500 kg Schwefelsäure; (zu 3° spec. Gew. 1,58) letztere mischte er mit dreimal so viel Wasser.

Einen von den bisherigen abweichenden Apparat construirte Egasse Paris im Jahre 1880 (s. Fig. 42). Dieser wollte das Wasserstoffgas

Fig. 42.



s Zink und verdünnter Salzsäure gewinnen; die hierbei stattfindende ersetzung ergiebt sich aus der Gleichung:

$$Zn + 2\,HCl + aq. = Zn\,Cl_2 + 2\,H + aq.$$

an braucht demnach zur Herstellung von 1 cbm Wasserstoff

an Salzsäure	3269,67 gr
an Zink	2911,35 „

Für einen Ballon von 600 cbm Inhalt würden nach der Formel nöthig sein:

Salzsäure . .	= 1961,802 kg	= 39,236 Ctr.
Zink	= 1746,81 „	= 34,67 „
	Sa.: 3708,612 kg	= 73,906 Ctr.

Das Materialgewicht ist, wie ersichtlich, annähernd dasselbe, wie das der Herstellung aus Schwefelsäure-Anhydrit und Eisen. Bei dem Egassegenerator wird nun mittelst der Pumpe *b* in das mit Manometer *c* versehene Gefäss *A* Luft hineingepumpt. Diese drückt dann durch das Rohr *a* auf den mit verdünnter Salzsäure versehenen Behälter *d*. In Folge dessen läuft diese Flüssigkeit durch Rohr *n* in den mit Zink beschickten Generator *e*, welcher mit Manometer und Sicherheitsventil versehen ist. Das entwickelte Gas wird dann durch die Röhren *ff* in das Waschgefäss *G* und dann durch *v* in den Kalkreiniger *h* geleitet, aus dem es dann verwendungsfähig heraustritt.[1]) Den gesammten Apparat will Egasse auf einem 3 m langen Wagen anbringen, und er wollte damit 100 cbm stündlich liefern. Ein Cubikmeter sollte 1,200 kg Auftrieb haben (?) und ca. 1 Franc kosten.

Die grössten Schwierigkeiten bei der Construction des Apparates machte das Säuregefäss *d*. Aus Steingut war es zu zerbrechlich, aus Hartgummi zu theuer; schliesslich wurde es im Haupttheil aus Eisen, in der Kuppel aus Kupfer gefertigt und innerlich mit Blei ausgefüttert.[2]) Die für die Armee bestimmten Gaserzeuger sind nun der Hauptsache nach auf Grund der durch die verschiedenen Versuche erworbenen Erfahrungen gebaut werden. Sie beruhen demnach alle auf der beständigen Circulation der Flüssigkeiten und ebenso auf dem Ersatz an Eisen. Recapituliren wir noch einmal: so erforderte ein Ballon von 600 cbm Volumen zur einmaligen Füllung:

Schwefelsäure-Anhydrit . . .	= 2149,92 kg	
Zink	= 1746,81 „	oder
Eisen	= 1504,94 „	oder
Salzsäure	= 1961,80 „	

Die Anforderungen, die an einen feldmässigen Generator gestellt werden, sind Beweglichkeit, schnelle Bereitschaft und Leistungsfähigkeit. Es setzt dies schon voraus, dass er leicht und einfach gebaut werden muss. Für

1) Dingler's Polytechnisches Journal 1982, p. 54.

2) L'Aéronaute 1881 pag. 89.)

ie Bereitschaft verlangt man zur Zeit- und Kraftersparniss ein nach löglichkeit automatisches Arbeiten des Apparates. Wie dies zu erreichen st, haben Capitän Renard und Yon gezeigt.

Betrachtet man die Grösse des Raumes, welchen die zur Entwicklung nöthigen Materialien für sich einnehmen, so ergiebt sich folgendes:

2149,92 kg Schwefelsäure-Anhydrit nehmen 1,101 cbm Raum ein, dieselben in Schwefelsäure (H_2SO_4) zu 1,84 spec. Gewicht verwandelt ergeben:

2632,42 „ Schwefelsäure (H_2SO_4) = 1,430 cbm.

1746,81 „	Zink	gegossenes	als massive Masse gedacht	0,256 cbm
		gewalztes		0,242 „
504,94 „	Eisen		nehmen gleichfalls als feste Masse gedacht einen Raum ein von	0,203 cbm,
961,8 „	Salzsäure			1,635 „

immt man nun an, dass Zink gewalzt viermal, Zink granulirt gegossen, nd Eisen als gesiebte Drehspähne, dreimal so viel Raum einnehmen, ie als massive Körper so ergiebt sich für diese Substanzen:

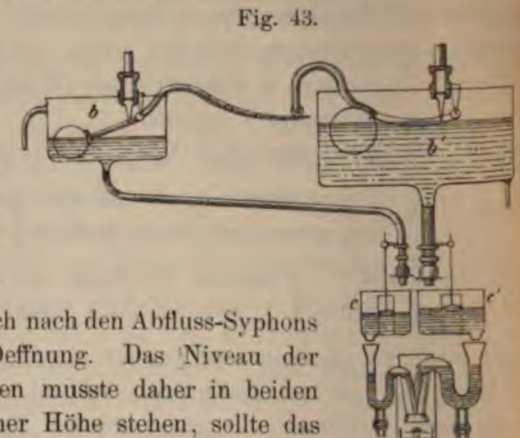
Zink gewalzt	0,968 cbm
„ gegossen	0,768 „
Eisen, gesiebte Drehspähne . .	0,609 „

iese Zahlen beweisen, dass man sehr wohl den gesammten Bedarf an iure und an Metall in den zweckentsprechenden Gefässen des Genetors unterbringen kann, ohne dass dieser dadurch zu umfangreich und Folge dessen zu schwer und unhandlich würde. Damit ist aber einal Zeit für die Bereitschaft gewonnen und fernerhin die Gelegenheit boten, den Säurezufluss während der Füllung in der von Egasse gewandten Art, vermittelst Pumpen ausführen zu können; ferner ist le Gefahr für die arbeitenden Soldaten von der Säure bespritzt zu rden ausgeschlossen. Es tritt nun die Mischung der Säure mit Wasser Frage.

Giffard hatte dazu für seinen 1877 erbauten Generator einen benderen in Figur 43 dargestellten automatischen Apparat erdacht. In Wanne *b'* lief Wasser in *b* Säure aus höher stehenden Gefässen. e Zuleitungsröhren konnten durch Stöpsel, die sich an einen Hebel fanden, verschlossen werden. Solchen Hebel besass nun jede Wanne. ie Hebel standen aber mit einander in Verbindung, und zwar lief eine olle am Ende des Hebels *b'* auf dem Ende des Hebels *b*. Innerhalb r Wannen waren die Hebel noch mit Schwimmern versehen, das unktioniren dieser Vorrichtung war einfach. War das Wasserbecken

gefüllt, so musste der Hebel in b' in die Höhe gegangen sein und dadurch mit dem Stöpsel das Zuflussrohr schliessen. Andererseits wurde dadurch der Hebel in b zum Oeffnen des Säurezuflussrohres gezwungen, bis er die nöthige Füllung erreicht hatte. Aus den Wannen liefen die Flüssigkeiten dann in die Massbehälter c und c', in denen das richtige Mischungsverhältniss sich von selbst herstellte. Das geschah in folgender Weise: Die Gefässe hatten eine, dem Mischungsverhältniss entsprechende verschiedene Grösse, jedoch nach den Abfluss-Syphons hin eine gleich grosse Oeffnung. Das Niveau der verschiedenen Flüssigkeiten musste daher in beiden Gefässen immer in gleicher Höhe stehen, sollte das Mischungsverhältniss nicht gestört werden. Um die Niveau's gleichstehend zu erhalten brachte Giffard in jedem Gefäss einen Schwimmer an, dessen Stange direct auf einen Hahn einwirkte und dadurch die Regulirung des Zuflusses selbstthätig bewirkte. Die Flüssigkeiten gingen darauf durch die Syphons in die mit Hindernissen versehene Röhre E, um sich hier innig mit einander zu vermengen, bevor sie weiterhin in den Generator eintraten. Die Einrichtung soll gut functionirt haben, für einen militärischen fahrbaren Generator erscheint sie aber doch zu complicirt und dürfte sehr häufig Veranlassung zu Reparaturen geben. Sie müsste wenigstens in mehr zusammengedrängter Form und so, dass die Hebel nicht so leicht einer Beschädigung ausgesetzt sind, construirt werden.

Fig. 43.



Viel zweckmässiger ist die von Capitän Renard erfundene automatische Mischmethode (s. Fig. 44 u. 44a), welche wahrscheinlich bei dem Feldgenerator der französischen Aërostiers eingeführt ist. Die Schwefelsäure befindet sich in dem Gefäss X und wird durch Einpumpen von Luft vermittelst des Apparates ZZ durch das Rohr B in das Mischgefäss C getrieben. Letzteres ruht auf 4 Spiralfedern und hat am Deckel eine Regulirstange b, welche durch einen Hebel n den Dreiweghahn H bewegt (s. Fig. 44 b u. d). Das zur Mischung erforderliche Wasser wird durch das Rohr A zugeführt. Jedes Mischungsverhältniss hat nun bei gleichem Niveau im Gefäss C ein anderes Gewicht, wird

nach die Spiralfedern mehr oder weniger zusammendrücken. Da- nimmt dasselbe eine bestimmte Stellung ein, nach welcher die ulirstange *b* gestellt wird. Wird nun aus irgend einem Grunde das chungsverhältniss gestört, so wird das Gefäss *C* entweder steigen r sinken und damit durch die Stange *b* und den Hebel *n* den hn *H* so drehen, dass bald das alte Verhältniss wieder hergestellt ist. : Hahn *H'* dient zum Absperren der Flüssigkeit.

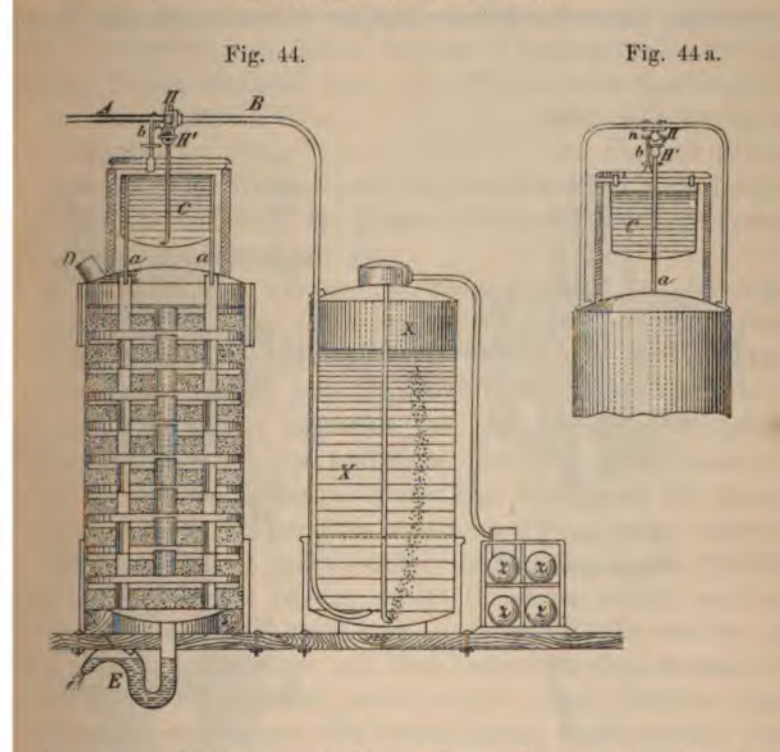


Fig. 44. Fig. 44 a.

Ist Gefäss *C* bis zum Rande gefüllt so fliesst die verdünnte Säure er und läuft durch die Röhren *aa* in den zu $^2/_3$ mit Eisendrehspähnen üllten Generator. Das entwickelte Gas geht zum Rohre *D* hinaus. nard lässt merkwürdigerweise abweichend von Giffard die Säure oben herabfliessen und bringt das Sulphat dann unten über einen hon *E* zum Abfluss. Mit diesem Generator sollen 100 bis 200 cbm pro Stunde hergestellt werden können.[1]

1) Bulletin de la Réunion des officiers 1885 No. 4. — La France militaire Juni 1883 giebt an, dass die Zeitdauer der Füllung zehn Stunden dauerte.

Die französischen Armeeballons haben nach Capitän **Lee** ein Volumen von 17000 engl. Cubikfuss = 629 cbm. Danach wäre der Durchmesser der französischen Ballons ca. 10,6 m und wären sie aus ca. 166 Bahnen zusammengenäht. Man kann nunmehr, da die Zeichnung annährend genau im Massstabe $^1/_{50}$ gefertigt ist, aus dieser ungefähr das im Generator selbst mitgeführte Quantum an Material ermitteln. Daraus ergiebt sich, dass ca. 1,5 cbm Säure mitgeführt werden können und ca. 1,099 cbm Raum für Eisendrehspähne vorhanden ist, (der Generator

Fig. 44b. Fig. 44c.

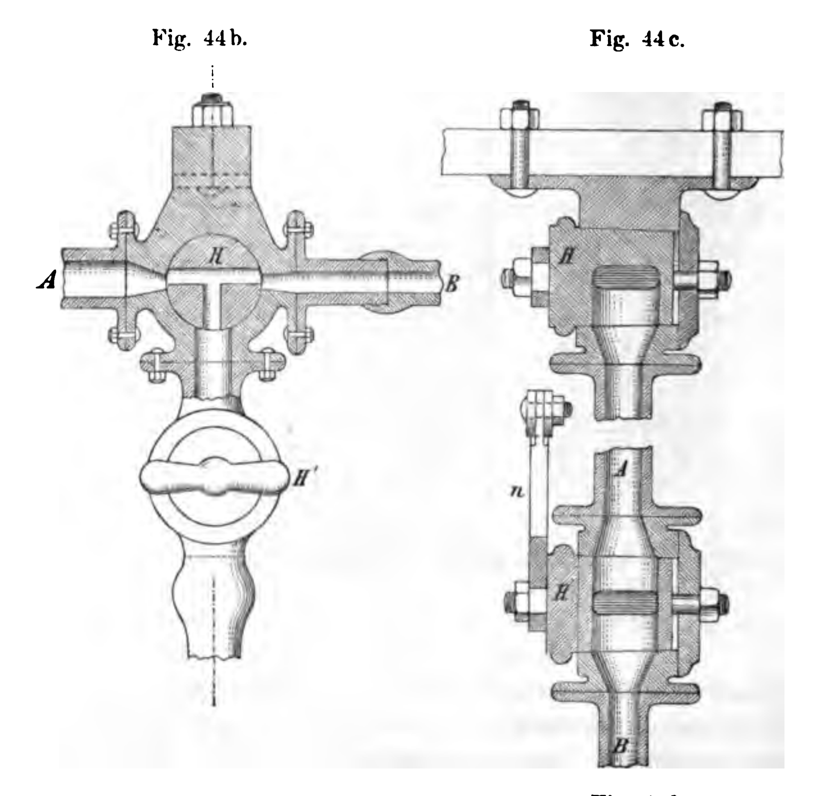


Fig. 44d.

zu $^2/_3$ gefüllt angenommen). Vergleicht man diese Resultate mit den angeführten theoretischen Zahlen für einen Ballon von 600 cbm, so findet man bei **Renard** mehr Raum als nöthig ist bei beiden Gefässen. Dahingegen kommt aber das Schwefelsäuregefäss der Rechnung mit

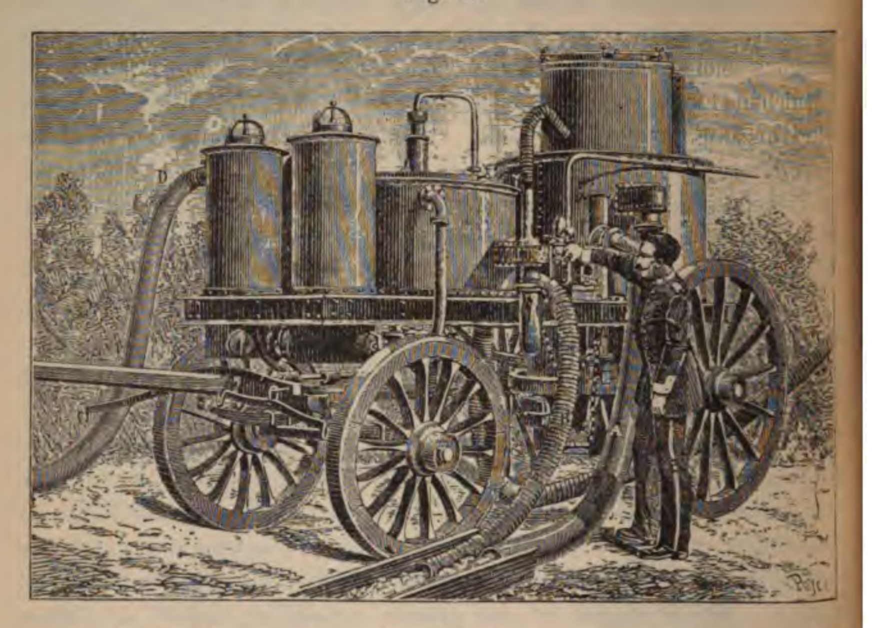
cbm ziemlich nahe; bedeutend abweichend ist nur das Volumen Eisendrehspähne mit 0,609 cbm. Für das erstere ist es klar, dass für die Praxis immer auf unvorherzusehende Fälle rechnet und er zum Ausgleich von Verlusten etwas Material zugiebt, abgesehen on, dass ja auch das Volumen des französischen Ballons ein wenig sser sein soll. Das Eisen aber mag wahrscheinlich lokerer geschichtet rden müssen, oder es hat sich auch vielleicht aus der Praxis ein hrbedarf ergeben, ein Mehrbedarf, welcher bei der Construction nard's sicherlich allein schon von der Verschlammung des unten findlichen Eisens herühren mag, die Giffard durch Einführung der ure von unten bemeistert hatte. Ueber die Kühler und Reinigungsfässe Renard's ist wenig bekannt geworden. Das Gas soll zunächst rch einen kühlenden Wäscher gehen und hernach durch einen Trockner, r nach dem Berichterstatter der „France militaire" unverständlicherweise it Baumwolle gefüllt sein soll. (?)

Der Aufschwung, welchen die Militäraëronautik in der letzten eit genommen hat, hat es vermocht auch die Privatindustrie in Frankich für diesen Zweck in Thätigkeit zu setzen. Die Maschinenfabrik land in Paris, welche stets mit den ersten Persönlichkeiten der ëronautik in Berührung gestanden hat, baut heutzutage vollständige allonequipagen nach der dem Luftschiffer Yon patentirten Construction. on war ein Schüler Giffard's. Wenn man sich den in der Figur 45 argestellten, für den Feldgebrauch construirten Gasgenerator näher anieht, wird die Grundidee seines genialen Lehrers überall zum Vorschein elangen. Der Erzeuger ist das grösste Gefäss; er besteht aus innen erbleitem Eisenblech und trägt noch ein zweites Gefäss das zur Aufahme des Eisens bestimmt ist und oben hydraulich abgeschlossen wird. as Säuregefäss befindet sich wahrscheinlich, wenig sichtbar, hinter iesem voluminösen Erzeuger. Die Säuremischung wird gleichfalls selbstthätig hergestellt und vermittelst Pumpen, die durch eine kleine Maschine ewegt werden, in den Erzeuger geschafft. Die Mischung tritt von unten in, das Sulphat tritt oben aus und wird durch das Rohr *A* abgeleitet. as nächste Gefäss bildet den Wäscher, durch den beständig durch die chläuche *C* und *B* Wasser hindurchfliesst, dann folgen die beiden rockner, von denen der eine mit Aetzkali oder Aetznatron, der andere it Chlorkalk gefüllt ist, genau wie bei Tissandier's Apparat. Durch n Schlauch *D* wird hierauf das Gas in den Ballon hineingelassen.

Mit diesem Apparat, der gefüllt 2800 kg wiegt, will Yon pro unde 250 bis 300 cbm Gas erzeugen. Das wären pro Minute 5 cbm.

Berücksichtigt man die Grösse des Generators, den Umstand, dass überhaupt die Entwickelung bei fortwährendem Zu- und Abfluss eine sehr heftige ist und endlich, dass dieser Apparat von zwei europäischen Grossmächten versucht und käuflich erworben ist, so scheinen gegen diese Angaben wohl keine weiteren Bedenken vorzuführen sein. Ob die

Fig. 45.



Grösse der Reinigungsgefässe den Erfordernissen entspricht, muss durch die Praxis festgestellt worden sein.

b. **Leuchtgas.**

Die Benutzung des Leuchtgases zur Füllung von Ballons wurde vom englischen Luftschiffer Green eingeführt. Leuchtgas ist ein Gemisch verschiedenartiger Gase, welches, da das Verhältniss der verschiedenen Substanzen je nach der Beschaffenheit des zu seiner Herstellung verwendeten Kohlenmaterials sehr variirt, grosse Differenzen in Bezug auf sein specifisches Gewicht zeigt. Mit seiner Darstellung braucht sich der Luftschiffer nicht zu befassen; es ist ein schlechtes Substitut für den Wasserstoff. Das specifische Gewicht des Leuchtgases kennen zu lernen ist für ihn von Wichtigkeit, weil sich daraus der Auftrieb seines Aërostaten ergiebt. Das Messen selbst ist eine Arbeit, die mit grosser Sorg-

ausgeführt werden muss und kaum ausserhalb des Laboratoriums estellt werden kann. Für die Praxis bietet sich dem Luftschiffer ein Beurtheilung der Tragkraft hinreichendes Mittel, wenn er die Gasle kennt, nach der folgenden nach Gasanalysen von Hughes, Schilling, serich u. A zusammengestellten Tabelle.

Tabelle XIII.

Specifisches Gewicht und Auftrieb des Leuchtgases.

Art der Kohle	Specifisches Gewicht	Ein Kubikmeter wiegt Kilogramm	Auftrieb pro Kubikmeter in Kilogramm
Westfälische	0,432	0,558	0,735
Saarbrücker	0,406	0,525	0,768
Zwickauer	0,451	0,583	0,710
Schlesische	0,432	0,558	0,735
Sächsische	0,433	0,560	0,733
Böhmische	0,512	0,661	0,632
Bayerische	0,380	0,491	0,802
New Castle	0,567	0,733	0,560
Hulton Cannel . . .	0,435	0,562	0,731
Wigew	0,519	0,671	0,622
Lesmahago	0,665	0,860	0,433
Boghead	0,694	0,897	0,396

Im Allgemeinen lässt sich der Grundsatz aufstellen: ein gut leuchtdes Leuchtgas ist ein schlechtes Traggas. Die Bestandtheile, welche e Tragfähigkeit bestimmen, sind Wasserstoff- und Grubengas (CH_4). Letzteres besitzt ein specifisches Gewicht von 0,5589, der Procenthalt der Beimischung dieser Gase wechselt. Bei Wasserstoff von 10 50, bei Grubengas von 35 bis 60 Procent. Eine Mischung von uchtgas mit 16 Theilen Luft ist bei Berührung mit Feuer explosibel. e stärkste Explosionsfähigkeit soll bei einem Gemenge von 10 bis Theilen Luft und einen Theil Gas vorhanden sein. Zu schweres uchtgas kann dadurch, dass man es durch glühende Röhren leitet, vor es zur Ballonfüllung verwendet wird, verbessert werden. Es zerzen sich dabei die schweren Kohlenwasserstoffgase. Acetylen (C_2H_2) thylen (C_2H_4) und bilden leichtere Gase. In England, wo das Leucht- auf Kosten des Wasserstoffgehalts viel Grubengas enthält, ist diese inigungsart desselben von Wichtigkeit und auch früher bereits zur sführung gelangt. Eine bei dem Füllen von Ballons für den prak-

tischen Luftschiffer auftretende wichtige Frage ist die, wie lange Zeit es zu dieser Operation bei gegebenem Rohrdurchmesser und bekannter Rohrlänge braucht. Sie lässt sich feststellen, wenn man die stündliche Ausflussmenge berechnet, die nach dem Kalender für Gas- und Wasserfachtechniker durch die Formel bestimmt wird:

$$Q = 0{,}0022543\ d^2 \sqrt{\frac{h \cdot d}{s \cdot e}}$$

Darin bedeutet:

Q die stündliche Ausflussmenge in cbm.

l die Länge der Rohrleitung in Metern.

d den leichten Durchmesser des Rohres in mm.

h den Druckverlust in mm Wassersäule.

s das specifische Gewicht des Gases.

Der Druckhöhenverlust ist die Differenz zwischen dem bekannten Druck der Gasfabrik, welcher vermittelst des Regulators constant erhalten wird, und dem am Ausflussrohr an einem Manometers abgelesenen Druck. In der Fabrik hängt das Maximum des Druckes von der Gasometerglocken ab und variirt bei kleinen zwischen 50—60 mm, bei grossen zwischen 75—120 mm. Der Maximaldruck kann indess nur in den seltensten Fällen und auch dann gewöhnlich nur in der Fabrik selbst gegeben werden. Es müsste nämlich, da neben der Ballonfüllung das Gas auch am Tage verschiedentlich zu Beleuchtungszwecken benutzt wird ein Rohrleitungsnetz, ein System von Stations-Regulatoren angebracht sein, um in den Zweigrohren den zum Anstecken und Brennen der Flammen bemessenen niederen Druck zu erhalten. Da eine derartige Einrichtung dem Hauptzwecke der Gasanstalten nicht entspricht, muss der Aëronaut sich den Verhältnissen anpassen. Er wird gut thun immer in der Gasanstalt selbst seinen Ballon zu füllen, weil hier sein Gasconsum durch die grossen Fabrikgasmesser genau bestimmt wird und nach Absperrung des die Füllung liefernden Gasometers unter dem Maximaldruck geliefert werden kann.

Gesetzt der Fall, die Verhältnisse liegen so günstig, dass auf einer langen Strecke überall Stations-Regulatoren angebracht sind, so ist am Füllungsorte selbst zur Bestimmung des Gasverbrauchs wiederum ein grosser Gasmesser nöthig, dessen Beschaffung mit vielen Unkosten verknüpft ist. Die Fabriken in Berlin lassen zwar auch ohne Gasmesser eine Ballonfüllung vor sich gehen, wenn ihnen das genau berechnete Volumen des Ballons bekannt gegeben wird. Dadurch aber,

dass solches von den Akrobaten-Luftschiffern, jedenfalls aus Unwissenheit, nicht immer mit der nöthigen Gründlichkeit geschehen ist, hat sich das Princip eingebürgert, den Kubikmeter in diesem Falle auf 0,25 ℳ zu berechnen, während er sonst nur 0,15 ℳ kostet.

Aus der obigen Formel lässt sich auch leicht die Grösse des Durchmessers ableiten, die das Leitungsrohr, wenn die anderen Grössen bekannt sind, besitzen muss. Unter Beibehaltung der Bezeichnungen ergiebt sich nämlich:

$$d = 11{,}449 \sqrt[5]{\frac{Q^2 . s . l}{h}}$$

Von besonderem Einfluss auf die Druckhöhe und daher für die Praxis von bedeutender Wichtigkeit ist eine Abweichung der Rohrleitungen von der Horizontalen. Steigt die Leitung so wächst der Druck, fällt sie so nimmt er ab. Die Grösse des hierdurch verursachten Druckhöhenunterschiedes ist gleich der Differenz des Gewichtes einer Luft- und einer Gassäule, welche den Niveauunterschied als Höhe haben. Dieser Werth muss also zu h addirt oder subbrahirt werden. Es sei D die Druckdifferenz in Millimeter Wassersäule, $\pm n$ der Niveauunterschied in Metern zwischen den Leitungsenden, G das Gewicht von 1 cbm Luft = 1,293 kg, s das specifische Gewicht des Gases, dann ist

$$D = \pm n \, G \, (1 - s).$$

Diese Formel kann dem Luftschiffer dann von Werth sein, wenn er vom Gasleitungsrohr ab eine längere Schlauchleitung über das Terrain hinweg zu legen hat. Schlauch vermindert den Druck, (wenn er nicht sehr glatt gefirnisst ist), weil in ihm die Reibung des Gases eine grössere als in den eisernen Leitungsrohren ist. Durch eine sehr geschickte Wahl des Füllungsplatzes wird unter Umständen dieser Nachtheil nach dem Ergebniss obiger Bestimmungsformel vermieden und vielleicht in das Gegentheil verwandelt werden können. Richtungsänderungen des Schlauches sollen für die Praxis keine wesentlichen Druckveränderungen zur Folge haben.

c. Ammoniakgas.

Ammoniakgas NH_3 ist theils als mitzuführendes Ersatzgas für das durch Diffussion verloren gehende Traggas, theils als Füllungsgas selbst vorgeschlagen worden. Es ist schwerer als Leuchtgas, sein specifisches Gewicht ist 0,7256, hat aber die gute Eigenschaft bei fünf Atmosphärendruck flüssig zu werden und ist ferner in dem Masse in Wasser löslich,

dass das erste Volumenwasser bei 0° 1050 Volumina-Ammoniak aufzunehmen vermag.[1]) Auch lässt es sich leicht durch Erwärmung des Wassers von diesem wieder abscheiden und andererseits ist das Gas so hygroskopisch, dass es sich mit Begierde mit dem abgekühlten Wasser wieder verbindet. Ein Liter bei drei Atmosphären gesättigter Lösung soll 459,8 Liter Gas liefern. Nichts konnte demnach näher liegen als die Ausnutzung dieser Eigenschaften für technisch aëronautische Zwecke zu empfehlen.[2])

Trotzdem haben vielerlei andere Nachtheile die Vorschläge nicht zur Verwirklichung gebracht, es müsste denn sein, dass die in Kapitel II beschriebene Aëromontgolfiere des Grafen Apraxine thatsächlich gebaut ist. Gerade die Anwendung als Ersatz des durch Diffusion verlorenen Leuchtgases scheint zur Zeit noch am meisten für sich zu haben, weil nach Professor Meissel eine ätzende Wirkung auf gefirnissten und gummirten Ballonstoff, welche den Gebrauch reinen Ammoniaks zur Ballonfüllung schon von vornherein ausschliesst, in dieser Mischung nicht wahrnehmbar sein soll.

Ziem wollte Ammoniak für Kriegsballons speciell angewandt wissen. Ein solcher Ballon, der dem mit Wasserstoff gefüllten von 600 cbm in der Tragkraft gleichen soll, muss 1162 cbm oder rund 1200 cbm Volumen haben. Der Gedanke ist sehr verlockend, weil Füllung und Entleerung mit grosser Schnelligkeit von statten gehen können. Die Ballons würden eine neue Type bilden, bei welcher der Appendix geschlossen werden muss und die Gasausdehnung durch einen den Anforderungen entsprechend construirten Druckregulator aufgehoben wird. Der vollständige dichte Verschluss des Ballons ist nothwendig, um das Gas vor Feuchtigkeit zu sichern, und um die Insassen des Korbes vor dem stechenden, auf die Dauer giftigen Geruch desselben zu bewahren. Immerhin wird die Ausführung nicht vor Erfindung eines unangreifbaren Ballonstoffes stattfinden können.

d. **Wassergas.**

Die allgemeine Einführung dieses Gases zur industriellen und häuslichen Verwerthung würde wegen seines niedrigen Preises und wegen seiner das Leuchtgas überbietenden Tragfähigkeit für die Luftschifffahrt von ermesslichem Werthe sein. Obwohl gegenwärtig noch

---

1) S. Rüdorff, Grundriss der Chemie.

2) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. I, S. 10, Bd. II, S. 334, Bd. III, S. 234

nig bekannt, ist doch das Wassergas keine Entdeckung der Neuzeit. ı Jahre 1817 wurde es von Gengenbre, später 1834 von Selligue, ınn 1850 von White und noch von mehreren anderen zur industriellen enutzung vorgeschlagen, ohne aber dadurch bedeutenden Eingang geınden zu haben. Erst vor wenigen Jahren gelang es Lowe uud trong in Amerika, Dwight in Schweden und Quaglio in Deutschand die Erzeugung des Wassergases im Grossen in einer so einfachen und billigen Weise herbeizuführen, dass man in allen diesen Ländern bereits von seinen guten Eigenschaften in beschränktem Masse Gebrauch nachen kann. Eine grössere Beachtung in technischen Kreisen fand es rst, als der Schwede O. Fahnehjelm seine Benutznng als Gasglühlicht ıtdeckte, welches in der Lichtstärke dem elektrischen Lichte gleichımmt und dabei einfacher, billiger und gleichmässiger brennt.[1])

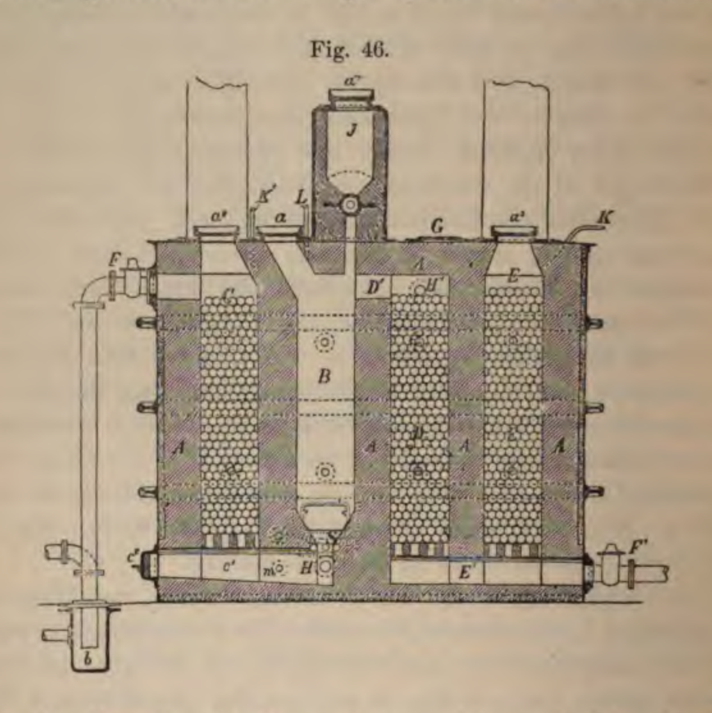
Wassergas ist ein Gemenge von Wasserstoff und Kohlenoxyd mit ringen Quantitäten von Kohlensäure und Stickstoff. Die beiden ersteren estandtheile sind in annähernd gleichem Procentsatz darin vorhanden. e Analyse des Gases aus englischem Coks ergab nach Quaglio % Wasserstoff, 40 % Kohlenoxyd, 4 % Kohlensäure und 1 % Stickff. Es ist ein geruch-, geschmack- und farbloses Gas, welches sich cht entzündet und mit nicht leuchtender, sehr heisser Flamme brennt. e Flamme bringt Platindraht zum Schmelzen; die Hitze derselben wird Essen technisch zum Schweissen verwerthet. Wegen seines Kohlenxydgehaltes ist das Gas giftig und bei seiner Geruchlosigkeit demnach efährlich. Sein specifisches Gewicht ist ungefähr 0,519. Ein Cubikneter würde demnach 0,774 kg Auftrieb besitzen.

Die Darstellung erfolgt durch die Zersetzung von Wasserdampf über glühenden Kohlen in einem besonders für diesen Zweck construirten Ofen. Der erste von Lowe und Strong ist von Dwight und Quaglio verbessert worden und so in Fig. 46 im Verticalen Längsschnitt, in Fig. 46a m horizontalen Querschnitt abgebildet. Die aus feuerfesten Steinen aufgerichteten Wände *A A* umschliessen vier Kammern *B, C, D, E*, welche nit Ausnahme von *B* alle mit Ziegelsteinen beschickt sind. In die Kammer *B* wird durch die Verschlussthür *a* die Kohlensubstanz hineingebracht, die auf dem Roste *S* ihre Auflage findet; *cc* sind Thüren zur Reinhaltung des Rostes, c' ist die Aschenkammer, c^2 der Zugang zu etzterer. Die vier Kammern sind untereinander verbunden, und zwar teht *B* in Verbindung mit *D* durch D', *D* in Verbindung mit *E*

1) Scientific American Supplement Nr. 493, Juni 13, 1885.

durch E', endlich B mit C durch die Aschenkammer c'. Die Kammern C und E haben oben verschliessbare Auslässe a^2 resp. a^3; F und F' sind Ausflussrohre für das producirte Wassergas. Bei K resp. K' wird der Wasserdampf hineingelassen; H und H' sind Luftgebläserohre, um die Verbrennung zu beschleunigen. I mit dem Deckel a^1 dient zur Aufnahme von pulverisirtem kohlenstoffhaltigem Material, für den Fall, dass solches zur Darstellung verwerthet werden soll; L ist ein Rohr, um zu dem gleichen Zweck flüssiges Material in die Kammer B zu

Fig. 46.

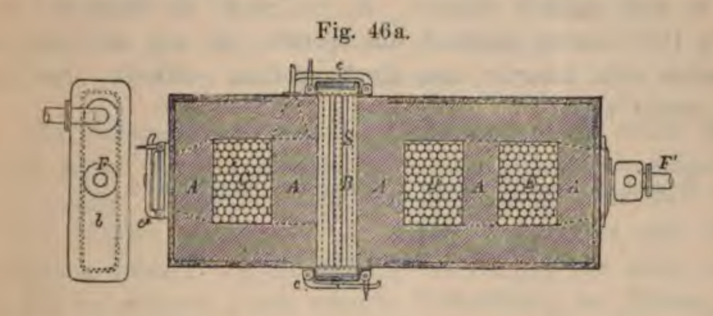


bringen. Die Operation der Gaserzeugung geht nun in folgender Weise von statten. Die Kohle in Kammer B wird entzündet, die Deckel a, a^2 werden geschlossen, a^3 dagegen geöffnet und bei H und H' beständig Luft hineingeblasen. Hierdurch verbrennt die Kohle und die sich durch die Kammern D und E hindurchziehenden Gase und bringen dabei den Inhalt der letzteren in bedeutende Erhitzung. Ist ein genügender Grad erreicht, so werden die Gebläse abgesperrt, a^3 geschlossen, F geöffnet und bei K Wasserdampf eingeführt, der durch E und D im überhitzten Zustande nach B geht, sich hier bei seinem Durchgange durch die glühenden Kohlen zersetzt und schliesslich durch C als Wassergas in F zum Aus-

tritt gelangt. Ist die Hitze der Kohle bis zu einem bestimmten Grade herabgekommen, so wird die Dampfzuleitung unterbrochen, F geschlossen, a^2 geöffnet und erst bei H' später bei H Luft zugelassen. Hierdurch gelangt das entzündbare zurückgebliebene Gas ohne Explosion zur Verbrennung und trägt selbst mit zur Erhitzung von C bei. Ist wieder eine genügende Erhitzung vorhanden, so wird diesmal umgekehrt nach Absperrung der Luft das Ventil a^2 geschlossen, Rohr F' geöffnet und bei K^1 der Wasserdampf hineingelassen. Dieser geht nun durch C und weiter durch den Rost S in die Kammer B, zersetzt sich hier und gelangt durch D und E' in F' zum Ausfluss.[1])

Das Material zur Darstellung des Gases braucht kein ausgesuchtes zu sein; jede kohlenstoffhaltige Substanz ist hierfür brauchbar. Wird schon hierdurch sein Preis ein geringer werden, so kommt noch hinzu,

Fig. 46a.



dass dieses Material fast ohne Rückstand aufgezehrt und demnach vollständig ausgenutzt wird. Nach Quaglio soll 1 kg Kohle = 1,416 cbm Gas liefern, wohingegen bei Leuchtgas die Ausbeute = 0,28 cbm beträgt. Osthues berechnet nach den Erfahrungen die in Essen gemacht wurden, auf 1 kg Brennmaterial 1 cbm Gas. Das Brennmaterial soll unter ungünstigen Verhältnissen nicht über 10 ℳ pro 1000 kg kosten. Unter Berücksichtigung der Dampferzeugung, Windzuführung, des Arbeitslohnes und der Amortisation soll sich der Preis von 1 cbm Wassergas auf 1,25 bis 2 ₰ belaufen.[2]) Für die Zukunft würde also die Füllung

1) Siehe J. Quaglis „Das Wassergas, der Brennstoff der Zukunft". Wiesbaden 1880. — Jahrbuch der Erfindungen herausgegeben von H. Gretschel und G. Wunder. Leipzig 1880.

2) „Ueber die Fabrikation und Verwendung des Wassergases zu Heizungs- und Beleuchtungszwecken". Vortrag vom Königl. Gewerberath Osthues. Dortmund 1885.

eines Ballons von 1000 cbm Volumen 12,50 bis 20 ℳ kosten. Alsdann dürften sich mehr Leute als heut zu Tage praktisch mit der Aëronautik befassen und die Chance, die Luftschifffahrt an sich zu verbessern und sie zu Zwecken der Meteorologie zu benutzen, dürfte eine grössere werden.

Da das Wassergas zur Hälfte aus Wasserstoff besteht, hat man in aëronautischen Kreisen stets den Gedanken verfolgt, dieses aus ersterem abzuscheiden, um dadurch das beste Traggas wohlfeil herzustellen. Weil nun Kohlenoxyd sich nicht leicht chemisch binden lässt, muss es zu diesem Zwecke in Kohlensäure übergeführt werden. Das kann in dem Ofen von Dwight und Quaglio sehr leicht erreicht werden, wenn die Kammern *C* und *E* mit Eisen oder einem anderen leicht oxydir- und desoxydirbarem Metall beschickt werden. Das Kohlenoxyd desoxydirt das erhitzte Metall, der durchgeleitete Wasserdampf oxydirt es wiederum, indem er sich zugleich zersetzt. Es ist genau die Methode, welche Giffard 1877 bereits praktisch durchgeführt hat, nur war seine Ofenconstruction nicht derartig, dass die Darstellung gefahrlos, ohne Explosionen, verlief.[1])

1) S. auch Wasserstoff; ferner L'Aéronaute 1885, Heft 12.

Kapitel V.

Umgang mit dem Ballon.

1. Füllung.

Alle Handgriffe mit dem Ballonmaterial müssen, sobald ein militärischer Zweck damit verbunden wird, mit grosser Schnelligkeit ausgeführt werden. Diese Nothwendigkeit tritt um so mehr hervor, wenn man mit Factoren zu rechnen hat, welche ihrer Natur nach viel Zeit in Anspruch nehmen, wie die Füllung des Ballons. Es bleibt hier nur übrig Zeit zu ersparen durch schnelle Vorbereitung zur Füllung, durch sorgsame Ueberwachung derselben, um Störungen zu vermeiden, und durch schnelle Montirung des gefüllten Ballons. Alles dies ist zu erreichen durch ein zweckmässig construirtes Material, eine wohlgeschulte Mannschaft und eine umsichtige militärische Leitung.

Ueber den Hergang der Füllung ist nun zwar in französischen[1]) und amerikanischen[2]) Büchern ziemlich ausführlich geschrieben worden, dagegen aber haben die deutschen Luftschiffer sich niemals darüber ausgesprochen. Es erweckt sogar den Anschein, als ob sie aus Befürchtung inländischer Concurrenz mit Absicht geschwiegen haben, zu ihrem Vortheil, zum Nachtheil der Luftschifffahrt. Nur das Zusammenarbeiten vieler kann eine Förderung dieser Technik herbeiführen. Hier soll nun auf Grundlage der Erfahrungen ausländischer Aëronauten der Weg unseren zukünftigen Luftschiffern geebnet werden.

---

1) E. Cassé, Épure et Construction des Aérostats et Montgolfières. Paris 1883.

2) Wise, System of Aeronautics. Philadelphia 1859.

a. *Gasballon-Füllung.*

Bei der Füllung können drei Theile unterschieden werden: die Vorbereitung, die Einführung des Gases in den Ballon und die Montirung. Der Platz, auf welchem die Füllung des Ballons vor sich gehen soll, muss abgegrenzt resp. bewacht werden, damit nicht Leute mit brennenden Cigarren, Pfeifen etc. zu nahe kommen können. Besonders gilt das für diejenige Seite nach welcher der Wind hingeht; hier muss die Abgrenzung je nach Stärke des letzteren ausgedehnt werden. Der Umstand, dass viele Luftschiffer mit der Zeit fahrlässig oder unachtsam geworden sind, hat bereits mehrfach ein Unglück bei der Füllung zur Folge gehabt. So erzählt Wise[1]), wie ihm ein mit Wasserstoffgas gefüllter Ballon bei einer 50 Schritt davon entfernten Aufstellung einer Laterne explodirt ist. Die Gasmasse erhob sich brennend in die Luft und verzehrte sich dabei allmählich. Alle Umstehenden wurden mehr oder weniger verbrannt. Vorsicht kann daher nur dringend empfohlen werden. Ist hierfür Vorsorge getroffen, so wird der Ballon auf einer Unterlage mit dem Appendix dem Gasrohr zugekehrt, lang hingelegt und behutsam ausgebreitet. Darauf wird das zusammengebundene Netz lang gezogen, seiner Bänder entledigt und mitten über den Ballon gebracht, so dass sich der Taukranz über dem Ventil, die Auslaufleinen über dem Appendix befinden. Der Taukranz wird nun um das Ventil resp. um dessen Einsatzring herumgelegt und befestigt. Diese Arbeit kann bei einem Einsatzventil, je nach Construction desselben, mitunter erst nach dem Einsetzen geschehen. Die Ventilleine muss, wenn dies besorgt, durch den Ballon hindurchgezogen werden, was nicht anders zu erreichen ist, als dass ein Mann, welcher sich die Leine um den Leib gebunden hat, durch den Ballon von der Ventil- nach der Appendixöffnung hindurchkriecht. Ist der Taukranz des Netzes befestigt, so wird dieses auseinandergezogen und, da es vorläufig auf der einen Ballonseite doppelt liegt, dessen obere Lage aufgenommen, über das Ventil herüber gebracht und an den Ballonstoff herangelegt. Während dieser Thätigkeit kann auch das Dichten des Ventils bereits vor sich gehen. Demnächst findet die Verbindung zwischen dem Gaszuleitungsrohr und dem Appendix statt. Man bedient sich dazu eines aus Ballonstoff gefertigten Schlauches. Das eine Ende wird über das Zuleitungsrohr gezogen und hier festgebunden und umwickelt, während das andere mit einem Blechcylinder

1) System of Aeronautics. Philadelphia 1850, pag. 172.

(tuyau de gonflement) versehen, in den Appendix eingeführt und mit diesem fest umschnürt wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ventilleine nicht fest angezogen mit eingebunden wird; sie muss im Gegentheil bei der Füllung recht locker im Ballon liegen, weil hierdurch nur eine Sicherheit dafür geboten wird, dass sie nicht zu kurz eingebunden ist. Währenddem müssen von den an diesen Arbeiten nicht betheiligten Leuten die Sandsäcke mit gut durchsiebtem Sand gefüllt und im Kreise um den Ballon gleichmässig vertheilt aufgestellt werden.

Es tritt nun an den Leitenden die Frage heran, nach welcher Methode sich die Füllung bei seinem Ballon am besten vollziehen wird. Man unterscheidet zweierlei Arten, die in Frankreich mit dem Namen „en épervier“ und „en baleine“ bezeichnet werden. Die erstere erfordert ein sorgfältiges Legen des zur Füllung vorbereiteten Ballons derart, dass der Stoff nach dem Appendix und das Ventil auf die Mitte gezogen wird. Danach werden alle Falten möglichst glatt gestrichen, sodass die Nähte der Bahnen wie Strahlen, die vom Ventil ausgehen, sichtbar werden. Diese Methode kann nur bei kleineren Aërostaten, bei welchen es leichter ist die Stoffmasse zu bewältigen oder aber bei einem Ueberschuss an geschulten Leuten angewendet werden. Sie gewährt den grossen Vortheil, dass der Ballon von Beginn der Füllung an seine richtige Lage hat und der Sitz des Netzes sich gut übersehen und leicht regeln lässt. Ungeachtet dessen füllen aber die meisten Luftschiffer nach der anderen Art „en baleine“ jedenfalls, weil sie hiermit an Zeit und Mannschaft sparen und die auftretenden Schwierigkeiten bei ihrem praktischen Blick und ihrer Erfahrung leicht überwinden können. Der Ballon verbleibt also hierbei in seiner anfangs angenommenen Lage. Die Einführung des Traggases muss zunächst bei gefirnissten Ballons und gefirnissten Füllschläuchen langsam von Statten gehen, weil in Folge der Verpackung stellenweise immer ein Zusammenkleben des Stoffes möglich ist, das, um ein Zerreissen zu verhüten, erst beseitigt werden muss. Erst wenn der Leitende sich darüber Gewissheit verschafft hat, dass die Lockerung der Stoffmasse überall durchgeführt ist, darf er das Gas mit vollem Druck ohne Schaden einströmen lassen. Der Appendix muss während der Füllung beständig gehalten und daraufhin überwacht werden, dass nicht etwa Falten durch ihre Schwere den Gaszufluss abquetschen. Es findet dann zunächst das Anhängen der Sandsäcke statt. Während der ganzen Zeitdauer der Füllung muss darauf geachtet werden, dass die Säcke an derselben Knotenreihe und sobald der Ballon die richtige Stellung hat, auch gleichmässig

vertheilt hängen. Die Haken sind so in die Maschen zu bringen, dass ihre Spitzen sich nicht am Ballonstoff reiben, sondern nach aussen zu stehen kommen. Desgleichen ist bei dem Eingreifen von Leuten in die Netzmaschen darauf zu achten, dass sie immer die Fingerspitzen nach aussen haben, also von unten eingreifen. Bei der Füllung „en baleine" muss es der Luftschiffer im Gefühl haben, wann er das Ventil nach oben zieht. Geschieht es zu früh, so sinkt das Ventil, da das Gas es noch nicht zu heben vermag, ein und der Ballon bildet, wenn es gelungen ist es in die Mitte zu ziehen, gewissermassen einen ringförmigen Schlauch. Die Lage des Netzes um das Ventil herum ist alsdann gar nicht zu reguliren; es erfordert schon einer grossen Umsicht unter solchen Verhältnissen den Schlauch auf allen Seiten faltenlos zu machen und auf annähernd denselben Querschnitt zu bringen. Wartet andererseits der Aëronaut zu lange, bevor er das Ventil hebt, so kann der Fall eintreten, dass der Druck des Gases den Stoff innerhalb der Maschen aufbauscht und hiermit jegliches Reguliren des Netzsitzes unmöglich macht. Da nun zum Heben des Ventils an einer Seite des Netzes gezogen werden muss, sind an dieser die Maschen lang und liegen dicht nebeneinander, während sie auf der entgegengesetzten in der Breite ausgedehnt sind. Die Folge davon wird sein, dass nun die Auslaufleinen auf der ersteren Seite länger sind und Ring und Korb schief am Ballon hängen werden.

Ein derartiges Vorkommniss ist bei richtig construirtem Material immer ein Fehler der Leitung, der sich nicht verbessern lässt und um so mehr gerügt werden muss, als dadurch die Haltbarkeit des Materials bei der Fahrt an Sicherheit verliert. Den richtigen Moment für das Aufrichten des Ballons zu ermitteln ist also nur durch die Praxis selbst zu erlernen; er ist auch sehr abhängig von der Grösse des Ballons und dem Gewicht des Ventils. Ist dies nun zu rechter Zeit geschehen, so erfordert das Ausstreichen etwaiger Falten und die gleichmässige Vertheilung der Netzmaschen die grösste Aufmerksamkeit des Luftschiffers. Danach findet die gleichmässige Anhängung der Sandsäcke in erwähnter Weise statt. Die Füllung geht nun eine Zeit lang in ruhiger Weise vor sich. Der Leitende muss darauf Acht geben, dass von Zeit zu Zeit die Sandsäcke tiefer gehängt werden. Er muss dabei die Anzahl der Knotenreihen angeben und lässt die Arbeit am besten nur durch eine Person ausführen. Bei etwas windigem Wetter muss der Ballon tief heruntergezogen gehalten werden, damit der Wind nur kuglige Flächen und keine Falten und Bauschen findet, in die er sich hineinsetzen kann.

r solchen Umständen werden auch die am Ventil oder an einem ıatornetz befindlichen Sturmleinen an festen Gegenständen oder an eschraubten Erdankern befestigt und zum beständigen Nachlassen Leine nach Massgabe der Füllung von abgetheilten Leuten über-ıt. Ist es dagegen windstill, so wird mit Vortheil der Ballon, so-er sich trägt, höher gelassen. Wie aus dem vorigen Kapitel er-tlich ist, wird dadurch die Druckhöhe des Gaszuflusses vermehrt, Füllung also beschleunigt.

Ist die Füllung soweit vorgeschritten, dass nur noch wenig davon t, so werden die Enden der Auslaufleinen von einem besonderen ın an den entsprechenden Knebeln des Ringes befestigt. Weiterhin l der Korb herangebracht und durch seine Haltestricke gleichfalls dem Ringe verbunden. Der Leitende hat nun sehr Obacht zu en, dass sein Ballon zur richtigen Zeit vom Gasschlauch gelöst wird. schlechtem Ballonstoff oder bei für das Grössenverhältniss des Bal-zu starkem Gasdruck kann bei dem geringsten Versehen ein Platzen Hülle vorkommen. Es erscheint demnach für Ballons, welche freie rten machen sollen, vortheilhaft für einen angehenden Luftschiffer, ıt zu voll zu füllen, d. h. so, dass vielleicht 5 cbm fehlen. Aeusser-lässt sich dies kaum beurtheilen, nur ein Fühlen mit der Hand um Appendix herum giebt sicheren Aufschluss darüber, ob die Span-g bis zu diesem hin vorhanden ist. Für gefesselte Ballons muss sie sein, weil diese, dem Winde ausgesetzt, in allen Theilen ihre Run-g bewahren müssen. Hat der Appendix ein besonderes automa-ıes Ventil, so wird das jetzt fest gedichtet eingesetzt. Dabei muss ler die Ventilleine mit der grössten Vorsicht behandelt werden. Als-n werden die bereits in der letzten Knotenreihe hängenden Sandsäcke chmässig vertheilt auf die Auslaufmaschen gebracht. An jeder der eren wird ein Mann aufgestellt, welcher auf ein Commando des schiffers die Säcke aus seiner Masche aushakt und auf die zuge-ge Auslaufleine setzt und festhält. Ein weiteres Commando giebt Zeichen gleichmässig gegen den Ring hin vorzugehen und dabei die den Auslaufleinen befindlichen Säcke vorgleiten zu lassen. Diese ration erfordert wiederum grosse Aufmerksamkeit seitens des Leiten-und viel Uebung von Seiten der Mannschaften. Der Luftschiffer stigt darauf am Ringe das Ankertau und um einen rechten Winkel diesem entfernt das Schlepptau. Sandsäcke, die bei dieser Arbeit lerlich werden, setzt er in den Korb hinein. Er begiebt sich schliess-selbst in den Korb, nimmt die Ventilleine und wickelt ihr Ende

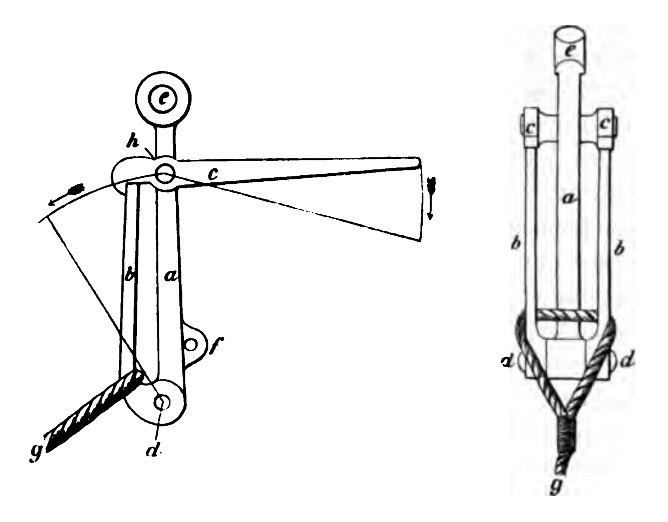
einige Male um einen Knebel am Ringe. Dann giebt er das Zeichen, den Ring an den Haltestricken des Korbes langsam hochzulassen und den Korb selbst festzuhalten. Die Sandsäcke, welche noch am Ringe hängen, werden zunächst in den Korb gestellt. Der Luftschiffer hat vollauf zu thun, diese alle ordentlich vertheilt aufzustellen und ferner das Anker- und Schlepptau, zusammengelegt und mittelst eines Bindestrickes zusammengebunden, aussen am Korbe aufzuhängen. Der am Ende des Ankertaues befestigte Anker wird an einer Flüe mit einem Bindestrick gleichfalls aussen angebracht. Sind endlich alle Instrumente, Lebensmittel und was sonst zur Ausrüstung des Ballons gehört, im Korbe untergebracht, so beginnt das Abwägen des Aërostaten. Ein Ballastsack nach dem andern wird herausgegeben, bis der Ballon einen gewissen Auftrieb hat. Das Wieviel hängt ganz von den Verhältnissen resp. von der Höhe ab, welche der Luftschiffer möglichst bald erreichen will. Der Aëronaut muss es sich zum Grundsatz machen, so langsam wie möglich aufzusteigen, hingegen muss er auch in Erwägung ziehen, dass er bei windigem Wetter schnell genug hoch kommt, um über Häuser, Bäume u. s. w. sicher hinweg zu gelangen. Zur Beurtheilung des Auftriebes giebt Cassé ein Mittel an, welches namentlich Anfängern in der Aëronautik empfohlen werden möchte. Er sagt, man solle ein Tau, das an der Erde von genügend vielen Leuten gehalten wird, drei bis vier Mal um einen Korbhaltestrick schlingen und am Ende festhalten. Ist der Auftrieb zu bedeutend, so kann man sich immer wieder herunterziehen lassen und mehr Ballast einnehmen, wohingegen man bei richtigem Maasse nur das Ende des Taues loszulassen braucht, um auch sofort frei zu sein. Für grössere Ballons soll diese Methode indess nicht brauchbar sein. Cassé schlägt für diese einen besonderen Auslösungsapparat (Fig. 47) vor, welcher von der französischen Aëronautenschule zu Paris (rue Vieille-du-Temple 104) geprüft und für brauchbar erachtet worden ist. Der Apparat besteht aus einer Stange *a*, welche oben eine Oese *e* und unten eine Durchbohrung für die Achse *d* hat. Durch die letztere wird die Stange *a* mit einer Gabel *b* verbunden. Unterhalb der Oese *e* befindet sich in der Stange ein zweites Achsenlager, in dem sich der Hebel *c* dreht, der mit einer Klaue über die an *a* herangeklappte Gabel überzugreifen vermag; *x* ist eine Feder, welche die Klaue des Hebels nach unten drückt. Der Ansatz *f* dient mit zum Befestigen des Apparates. Das Functioniren ist einfach. Die Lage des in eine Schlaufe endigenden Taues ist aus der Zeichnung ersichtlich. Ist der Auftrieb ein befriedigender, so darf nur an dem Ende des

els c gedrückt werden, alsdann klappt die Gabel b herunter und Schlaufe des Haltetaues gleitet ab.

Zu demselben Zweck ist auch die vom Hauptmann von Brandis ındene Auslösungsvorrichtung brauchbar (Fig. 12). Sie hat vielleicht der französischen noch den Vorzug, bei gleichen Anforderungen an Haltbarkeit leichter hergestellt werden zu können.

Diese Apparate sollten immer zur Anwendung gelangen, weil es i ihnen in der Hand des Luftschiffers liegt, selbst die Loslösung zu llziehen, während dieser für gewöhnlich sich auf das gleichzeitige Lossen aller den Korb haltenden Leute verlassen muss. Dabei sind Un-

Fig. 47.



träglichkeiten, wie ein zu spätes Loslassen an einer Seite, was ein ndeln des Ballons bei der Auffahrt zur Folge haben kann, oder gar ıglücksfälle, wenn beispielsweise ein Unaufmerksamer nicht zeitig losst und mit hinaufgezogen wird, nicht ausgeschlossen.

Den auffahrenden Aëronauten begleiten die Zurückbleibenden mit m Zuruf: „Glück ab!"

b. *Montgolfieren-Füllung.*

Montgolfieren sind den deutschen Luftschiffern nur dem Namen ch bekannt, wohingegen es in Frankreich eine grosse Anzahl giebt, lche mit diesem Aërostaten ihren Beruf zu treiben begannen und

erst später zu dem kostspieligeren Gasballon griffen. Auch heute noch ist die Montgolfiere bei den weniger hervorragenden Aëronauten Frankreichs sehr in Gebrauch, obwohl das im Lande herrschende Gesetz, welches die Mitnahme von Feuer verbietet, eigentlich der Sarg der Fortentwicklung dieser aërostatischen Maschine war. Was aber kümmert sich ein Akrobatenluftschiffer um Entwicklung der Montgolfiere und überhaupt der Luftschifffahrt? Die Entwicklung seiner Einkünfte liegt ihm vielmehr am Herzen, und dazu ist die unvollkommenste Montgolfiere der beste Diener. Zu ihrer Füllung ist ein Ofen nöthig, und zwar soll dies ein feststehender, am besten ein gemauerter Ofen sein, weil es vorgekommen ist, dass derselbe umgefallen, die Montgolfiere dabei in Brand gerathen und mit dem unglücklichen Luftschiffer in die Höhe gegangen ist (Patterson kam auf diese Art am 19. Juni 1885 in Charleston ums Leben). Nimmt man zur Erwärmung der Luft im Ballon Strohfeuer, wie es früher üblich war, so ist ein Drahtnetz über den Feuerheerd zu legen, damit nicht die herausfliegenden brennenden Hälmchen eine Entzündung verursachen. Rechts und links vom Ofen werden dann zwei lange, kräftige Stangen aufgestellt, um die Montgolfiere über demselben in die Höhe zu ziehen. Die Entfernung der Stangen von einander richtet sich nach ihrer Höhe und nach der Grösse des Ballons. An ihren oberen Enden werden Rollen befestigt, über welche das beide Stangen verbindende Tau zum Hochziehen des Ballons läuft. Die Montgolfiere muss beim Hochziehen so gestellt werden, dass die Mitte des Appendixes über den Heerd zu liegen kommt. Darauf werden die herunterhängenden Stoffmassen von abgetheilten Leuten auseinandergebreitet, vom Heerde fortgezogen und so in einem weiten Kreise abgehalten. Der Ballon erweckt hierdurch den Anschein eines grossen runden Zeltes. Der Appendixring wird ebenfalls von Leuten gehalten, jedoch ausserdem noch zweckmässig durch Pfähle gestützt, die in einem Kreise, gleich seinem Durchmesser, in die Erde gerammt sind. Um letztere nun werden während der Füllung die am Appendixring befestigten oder durch an diesem befindliche Oesen hindurchgezogenen Haltestricke gebunden. Die den Stoff auseinanderhaltenden Leute geben je nach dem Aufblähen des Ballons immer mehr desselben nach und werden schliesslich disponibel und mit zum Festhalten herangezogen. Wenn der Auftrieb genügend gross ist wird das Feuer gelöscht und die Montgolfiere zum Anknüpfen des Korbes an den Haltestricken höher gelassen. Nach Beendigung dieser Arbeit wird das zwischen den Masten befindliche Zugtau weggezogen. Darauf wird ein gleichzeitiges Loslassen der Haltetaue

Aërostaten in eleganter, äusserst schneller Fahrt zum Aufstieg en.¹)

2. Das Fahren.

Wenn man die verschiedenen Stadien einer Ballonfahrt in kurzen ten ihrem Charakter nach schildern will, kann man nur sagen, die ahrt ist leicht, das Fahren schwierig, das Landen gefährlich. Die sten praktischen Luftschiffer können nur Auffahren und Landen, und chen von der Fahrt nicht anders als Cassé, der ehemalige Präsi- t der französischen Aëronautenschule zu Paris, welcher die goldene el ertheilt, den Ballon nach seinem Willen walten zu lassen und wenn er sich Dächern oder anderen Hindernissen nähert, ebenso n er über einem Wasserlauf fällt, Ballast auszuwerfen. Das ist be- m aber handwerksmässig. Man darf wohl zugeben, dass auch da- im Jahre 1870/71 genügende Erfolge erzielt worden sind. Wer sich r mit dem Genügenden begnügt, verdient nicht unter die Zahl der derer der Aëronautik gerechnet zu werden. Die Luftschifffahrt ist beständigen Fortschritt begriffen, sie gleicht dem Stein, der ins Rollen mt und zur Lawine anwächst. Das sollten vor allen Dingen die- gen nicht übersehen, welche sich die Praxis derselben mehr oder der zum Lebensberuf gemacht haben. Die ersten wissenschaftlichen ndsätze über das Fahren im Ballon verdanken wir der regen Thätig- des Hauptmann Renard. Seine Studien deuten den Weg an, wel- n die eigentliche Förderung der Luftschifffahrt zunächst gehen sollte. bilden die Grundlage der ganzen aëronautischen Technik, die Aërostatik. ür, dass sich gerade die französische Militär-Aëronautenschule so ein- end mit der Theorie der Aërostatik beschäftigte, scheint noch ein nartiger Vorfall besondere Veranlassung gegeben zu haben, der wenig annt geworden ist. Zur Zeit nämlich, als anstatt des Militär-Etablisse- its nur eine aus Officieren zusammengesetzte Commission unter dem sitze des Oberst Laussedat bestand, wurde mit dem Ballon L'Uni- s am 8. December 1875 von dieser eine Auffahrt gemacht. Man lte bei dieser Fahrt sich von der militärischen Wichtigkeit des Aëro- en persönlich überzeugen. Es nahmen daher, ausser Oberst Lausse- , noch vier Officiere, unter denen auch Renard, sowie ferner Albert sandier theil. Die Leitung hatte der berühmte Luftschiffer Eugen

1) S. L'Aéronaute 1876. Les ascensions en montgolfière von Adrien Duté tevin.

Godard mit einem Gehülfen. Dieser Ballon nun fiel in Folge einer unaufgeklärten Ursache 35 Minuten nach der Abfahrt aus einer Höhe von 230 m plötzlich so schnell herab, dass der Korb tief in den Erdboden hineindrang und sämmtliche Insassen bis auf zwei verletzt wurden. Laussedat und Renard brachen ein Bein. Verschiedene Thatsachen sprechen für die Vermuthung, dass man die Schuld dem Luftschiffer beigemessen hat, so ist vor allen Dingen die Annahme Adrien Du Poitevin's als Luftschiffer an Stelle des doch überall bekannten Eugène Godard auffällig. Vielleicht verdanken wir es also diesem Vorfall, dass der Capitän Renard in das Handwerk Methode hineingebracht und es damit zur Wissenschaft erhoben hat.

Der freischwebende Kugelballon ist physikalischen und meteorologischen Einflüssen ausgesetzt. Er verhält sich diesen gegenüber verschieden, je nachdem er vollständig oder unvollständig gefüllt ist. Betrachtet man zunächst einen vollständig gefüllten Ballon, so ergiebt sich für ihn, wenn er allmählich so belastet wird, dass er auf dem Erdboden stehen bleibt, aus der Formel (1) (bei 0° Celcius und 760 mm Druck) folgende Gleichung:

$$Vd = Vd' + G$$

d. h. das Gewicht des Volumens der verdrängten Luft ist gleich dem Gewicht des Gasvolumens plus demjenigen des Ballonmaterials und Personals. Nehmen wir ein Zahlenbeispiel, in dem:

$V = 1000$ cbm, $d = 1{,}293$ kg, $d' = 0{,}643$ kg, $G = 650$ kg

so erhält man:

$$1293 = 643 + 650.$$

Unterscheidet man nun bei G einen constanten Factor P, welcher das Ballonmaterial mit dem Luftschiffer, und einen variablen, welcher den Ballast P' bezeichnet, so ist:

$$Vd = Vd' + P + P'$$

und wenn $P = 400$ angenommen wird:

$$1293 = 643 + 400 + 250.$$

Es wären demnach unter den normalen Verhältnissen 250 kg Ballast (= ca. 17 Sack) nöthig, um den Ballon feststehend auf dem Erdboden im Gleichgewicht zu erhalten. Berücksichtigt man ausserdem die Temperatur und den Barometerstand, so ergiebt sich:

$$(7) \quad . \quad . \quad Vd \frac{b}{b'} (1 + \alpha t) = Vd' \frac{b}{b'} (1 + \alpha t) + P + P'.$$

Darin bedeutet:

b = Barometerstand in Millimeter Quecksilber oben,
b' = „ „ „ „ unten,
$\alpha = 0{,}003663 = \frac{1}{273}$ = Ausdehnungscoëfficient der Gase,
t = Temperaturdifferenz.

Da nun Luftdruck und Wärme nach oben hin abnehmen, kann an die Gleichung (7) leicht für eine jede beliebige Höhe aufstellen, enn man das Abnahmegesetz der Wärme kennt. Man braucht dann ır noch aus Tabelle I und II den Werth von b zu ermitteln und ein- ı setzen. Ueber die Abnahme der Temperatur nach oben lässt sich nun var kein stets zutreffendes Gesetz aufstellen, weil die Bewegungen der uft, welche durch den Ausgleich kalter und warmer Strömungen ver- rsacht werden, zu grosse Schwankungen hervorrufen. Trotzdem ist ber eine Gesetzmässigkeit der Abnahme der ausstrahlenden Erdwärme s vorhanden zu betrachten und als solche auch von Forschern, wie ay-Lussac, Flammarion und Glaisher anerkannt worden. Besonders ngehende Untersuchungen hat Flammarion darüber angestellt. Als ittelwerthe, welche er aus 550 Ballonbeobachtungen gezogen hat, giebt r französische Gelehrte Folgendes an:

Tabelle XIV.

Höhe bis auf Meter	Temperatur-Differenz in Grad Celsius	
	bei klarem Himmel	bei bedecktem Himmel
500	4	3
1000	7	6
1500	10,5	9
2000	13	11,5
2500	15	14
3000	17	16
3500	19	18

Im Durchschnitt also 1° pro 189 m bei klarem und pro 194 m ei bedecktem Himmel. Diese Resultate haben etwas modificirt durch laisher's Beobachtungen in Meudon zu folgender Formel geführt:

$$t_{b'} - t_b = \pm 55\left(1 - \frac{b}{b'}\right). \quad (8)$$

Darin ist:

$t_{b'}$ = die Temperatur unten,
t_b = die Temperatur oben.

Setzt man nun diesen Werth für t in Formel (7) ein, so erhält n

$$Vd\,\frac{b}{b'}\left\{1+\left[+\,55\left(1-\frac{b}{b'}\right)\alpha\right]\right\}=Vd'\,\frac{b}{b'}\left\{1+\left[+\,55\left(1-\frac{b}{b'}\right)\right.\right.$$
$$+P+P'.$$

Wird nun $b' = 760$

und $t_{b'} = 0^0$ C. angenommen und berechnet man nun das Zahlenbeispiel obige Gleichung für eine Höhe von 1000 m lautet dieselbe:

$$1293.\frac{671}{760}\left(1-\frac{55\left(1-\frac{671}{760}\right)}{273}\right)=643.\frac{671}{760}\left(1-\frac{55\left(1-\frac{671}{760}\right)}{273}\right)$$
$$+400+P''.$$

Es befindet sich in derselben nunmehr eine Unbekannte P'', we uns angiebt, wieviel Ballast wir in der Höhe von 1000 m von ursprünglichen 250 kg noch übrig haben. Nach P'' hin aufgelöst giebt sich:

$$(9)\quad .\ .\quad P''=V\frac{b}{760}(d-d')\left(1+\left[+\frac{55\left(1-\frac{b}{760}\right)}{273}\right]\right)-P$$

in Zahlen:

$$P''=1000.\frac{671}{760}\,0{,}650\left(1-\frac{55\left(1-\frac{671}{760}\right)}{273}\right)-400$$
$$P''=560{,}41-400$$
$$=164{,}41\text{ kg}=\text{ca. 11 Sack Ballast.}$$

Soviel Ballast wird also in der Höhe von 1000 m sich noch Korbe befinden. Der Verbrauch war demnach $P - P'' = 250 - 16$ $= 89{,}59$ kg, d. h. ca. 5 bis 6 Sack Ballast. Es ist leicht danach berechnen, wieviel Ballast ausgeworfen werden muss, um eine bestin Höhe zu erreichen. Unter Berücksichtigung von Druck und Tempe ist die Masse (p) zu bestimmen nach der Formel:

$$(10)\ .\ .\ .\ .\quad p=V(d-d')\left(\frac{b'-b}{b'}\right)\left\{1+\left[+\frac{55\left(1-\frac{b}{b'}\right)}{273}\right]\right\}$$

Es ist jedem Luftschiffer zu empfehlen, sich für seinen B hiernach Tabellen anzufertigen, weil er durch diese erst in die gesetzt wird, die Leistungsfähigkeit seines Fahrzeuges nach allen tungen hin kennen zu lernen und demnach gegenüber den an ihı

llten Anforderungen zu beurtheilen. Fahrten für meteorologische ecke, welche bestimmte Höhen zu erreichen erforderlich machen, vergen beispielsweise eine derartige Beurtheilung bis in das Detail. nn das bisher nicht geschehen ist, lag es nur daran, dass die Wissenaft nicht genügend die Aëronautik beachtete und sie vielmehr als unnützes, wenig brauchbares Handwerk betrachtete, während sie h in der That selbst eine reiche und unerschöpfliche Fundgrube ufgeklärter wissenschaftlicher Probleme zu bieten im Stande ist.

Für das Auffahren bestimmt man sich, wie viel Ballast auszusetzen um möglichst bald eine Höhe zu erreichen, welche vor Havarien Ballons sichert. Das Wieviel ist natürlich in der Praxis auch vom nde abhängig und wird, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, mit fe einer Auslösungsvorrichtung zweckmässig probirt. Als Regel gilt, langsam als möglich aufsteigen. Geschieht dies nicht, so tritt leicht Gefahr des Platzens in Folge der plötzlichen Gasausdehnung ein. nn aber durch die Grösse des Appendixes sowie die Haltbarkeit des ffes der Ballon hiergegen gefeit ist, erhält er doch immer eine Beleunigung aufwärts, welche ihn veranlasst über seine Gleichgewichtse hinauszufahren und folglich unnöthiger Weise Gas zu verlieren. der jüngsten Zeit, im August 1885, ist zu Cheltenham Beach, nahe cago, ein Unglücksfall vorgekommen, welcher auf das schnelle Hochen zurückgeführt werden muss. Die angeblichen Luftschiffer H. L. Smith A. L. Talbot, veranstalteten nämlich ein Wettfahren in zwei Luftlons und bei ihrer Unwissenheit sollte das natürlich für die Höhe en. Nach den Berichten platzten beide Ballons in Höhe von 1200 Fuss und stürzten fallschirmartig herab. Dabei hatte Smith Unglück auf Telegraphendrähte zu fallen und hierbei aus dem Korbe ausgeschleudert zu werden. Er fiel mit grosser Gewalt auf die Erde l zerschmetterte sich den Schädel. Talbot kam mit geringen Verungen davon. Niemand wird es verwehrt werden können, sein Leben 's Spiel zu setzen, es sollte aber dabei darauf Rücksicht genommen den, dass dergleichen nur Werth hat, wenn damit der Menschheit culturfördernder Dienst geleistet wird. Dahingegen sollten Wageke, zu denen die Unkenntniss der Gefahr verleitet, von den Behörden boten werden.

Der in der Luft im Gleichgewicht befindliche Ballon würde sich in diesem immerwährend erhalten, wenn nicht die Mangelhaftigkeit es Materials oder die meteorologischen Erscheinungen eine forternde Störung des Gleichgewichts zur Folge hätten. Diesen Störungen

in richtiger Weise entgegenzutreten ist die Kunst des Fahrens mit dem Ballon.

Nach den Berechnungen Renard's ist ein vollständig gefüllter Ballon nach aufwärts stabil, sobald er seine Gleichgewichtszone erreicht hat. Das Ballastopfer ist ein verhältnissmässig grosses, wenn man eine höhere Zone zu erreichen beabsichtigt. Man braucht daher nicht das Ventil zu ziehen, um das Aufsteigen des Aërostaten zu bekämpfen. Ein Ziehen des Ventils ist sogar schädlich, denn es bedeutet bei den gewöhnlichen Ballons das Ende der Fahrt. Man hat es niemals in der Hand, eine bestimmte Gasmasse auszulassen, kann also mit dem kostbaren Material auch nicht sparsam umgehen. Tritt durch meteorologische Einflüsse ein Steigen ein, so wird von selbst durch den Appendix nur soviel Gas verloren gehen, als durch die Ausdehnung desselben unter dem geringeren Luftruck über den Volumeninhalt des Ballons hinausgehen musste. Man muss sich allerdings nunmehr in der neuen höheren Gleichgewichtszone zu halten suchen.

Jedem Bestreben des Ballons zum Fallen muss durch geringes Ballastauswerfen vorgebeugt werden, denn nach unten ist das Gleichgewicht des Aërostaten vollkommen labil. Die geringste Gewichtszunahme vermittelt sein Sinken, das sich bis zum Erdboden hin fortsetzt. Wenn nun die Temperatur des Gases und der Luft beim Fallen dieselbe bliebe, würde dabei nur die Gewichtszunahme mit ihrer Beschleunigung, welche das Fallen verursachte, unter Berücksichtigung des Widerstandes der Luft in Betracht zu ziehen sein. In Wirklichkeit nimmt aber das Gas in Folge des schlechten Leitungsvermögens der Hülle die Wärme der Luft nicht so schnell an, und es wird demgemäss das Verhältniss zwischen der Dichte der Luft und der des Gases gestört, weil letzteres weniger Luft verdrängt, als es bei gleicher Temperatur unter dem gleichen Druck mit der Luft thäte. Dieser Uebelstand wächst, je näher der Ballon der Erde kommt, weil hier die Temperatur entsprechend zunimmt. Der Ballon erhält also nebenbei in Folge der schlechten Wärmeleitung seiner Hülle einen beständigen Gewichtszuschuss und daher eine bedeutende Beschleunigung. Es erhellt daraus, wie wichtig es ist von vornherein jeder Tendenz des Ballons zum Fallen durch geringe Ballastopfer entgegenzutreten, wenn man an Ballastmaterial sparen will. Ist erst einmal ein Fallen eingetreten, so bedarf es nicht allein des Compensirens der Gewichtszunahme, sondern man muss auch noch die dem Aërostaten innewohnende Beschleunigung durch Ballastabgabe aufheben. Geht dann der Aërostat wieder aufwärts, so fährt er, wie schon erwähnt, über seine

e Gleichgewichtszone hinaus. Sein Steigen ist beendigt, sobald sein umen wieder vollständig gefüllt ist. Er wird sogar über seine neue ie etwas hinausgehen, weil beim Steigen gerade umgekehrt als beim len das Ballongas sich nicht so schnell abkühlt, als die umgebende nperatur. Daraus folgt für den Luftschiffer, dass er das bald hernach tretende Bestreben, wieder zu fallen, sogleich bekämpfen muss, bis i die Temperaturen ausgeglichen haben. Die Gasverluste, welche er lann durch Gewichtserleichterungen zu regeln hat, rühren von der fusion des Gases durch den Stoff und von Undichtigkeiten des Ventils , vorausgesetzt, dass das Material sonst ein gutes ist.

Ein Aërostat, welcher unvollkommen gefüllt ist, hat keine Stabilität. steigt mit beschleunigter Geschwindigkeit aufwärts, weil sein Gas der Ausdehnung in der Hülle verbleibt und damit die Steigkraft mehrt. Weiterhin fährt er bedeutend über seine Gleichgewichtszone, h. über die Höhe, wo das Gas das Ballonvolumen ausfüllt, hinaus. zu veranlasst ihn das gestörte Temperaturverhältniss und demnach h Dichteverhältniss zwischen Gas und Luft, und die durch das schnelle igen hervorgerufene lebendige Kraft. Tritt der Temperaturausgleich , so fällt der Aërostat mit grosser Geschwindigkeit bis auf den Erdlen, weil nun Alles sich in umgekehrter Reihenfolge wiederholt. i sich also einigermassen auf einer bestimmten Höhe zu erhalten, ss man bei einem derartigen Ballon sich abwechselnd des Ventils l des Ballastes bedienen. Daraus folgt, dass die Fahrt nur von kurzer uer sein kann und die Vorräthe an Material nicht rationell verwirthaftet werden können.

Ein guter Luftschiffer ist eigentlich nicht anders denkbar als wie als er Aërostatiker und guter Meteorologe. Wären nur die aërostatischen ncipien für das Fahren massgebend, so würde man ganz genau echnen können, wie hoch und wie weit sich die Fahrt vollziehen d. Die meteorologischen Erscheinungen machen indess derartige echnungen zu wenig zuverlässigen Daten. Alle diese Erscheinungen en aber auf die Aërostatik einen Einfluss, welcher sich der Art ner Wirkung nach vom Luftschiffer voraussehen lässt.

Von grosser Bedeutung ist vor der Auffahrt und auch noch während Fahrt zu wissen, welche Luftsrömungen in bestimmten Höhen herrschen. es der besten Mittel nun, um sich hierüber Gewissheit zu verschaffen, die Beobachtung des Wolkenzuges. Dazu ist freilich die Untereidung der verschiedenen Wolkenarten nothwendig und in der That f man von einem Luftschiffer der so oft Gelegenheit hat sich in den

Wolken zu wiegen, wohl erwarten, dass ihm diese innerlich und äusserlich recht gute Bekannte geworden sind. Indess dürfte doch nicht jeder die praktische Erfahrung besitzen, dass er einigermassen angeben kann, in welcher Höhe diese oder jene Art sich befindet. Die Höhen aber erst zu messen mit dem Braun'schen Nephoskop[1]) oder durch photographisches Verfahren[2]), dürfte für den Luftschiffer etwas umständlich sein. Dagegen bieten ihm die auf Grund dreijähriger Beobachtungen und Messungen von Dr. F. Vettin aufgestellten Tabellen ein vorzügliches Mittel, um einigermassen die Windrichtungen in den oberen Regionen festzustellen. Vettin unterscheidet fünf Wolkenformen. Er geht davon aus, dass die Wolken bei zunehmender Höhe in ganz bestimmter Weise ihre Form ändern und unterscheidet:

1. Untergewölk von unbestimmten Umrissen, lockere Nebelmassen mit scheinbar grosser Geschwindigkeit.
2. Wolken von bestimmbaren Umrissen und mehr oder weniger geballten Formen mit tiefen Schatten und hellen Lichtern bei Beleuchtung.
3. Kleinere Wölkchen mit zarteren Schatten und Lichtern truppweise auftretend, den Himmel zuweilen marmorirend.
4. Cirrusformen als Streifen, Federn, Schäfchen etc. von weisser Farbe. Von letzteren unterscheidet Vettin noch:
5. obere Cirruswolken.

Die Wolkenhöhen wechseln nun innerhalb der Jahreszeiten und Monate. Dr. Vettin hat danach folgende Tabelle aufgestellt:

Tabelle XV.

Wolkenhöhen in Meter.

Wolkenform	Sommer			Herbst			Winter			Frühling		
	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Ma
Unteres Gewölk	550	553	550	544	512	490	452	430	449	480	509	53
Wolken . . .	1296	1315	1296	1249	1201	1094	977	926	1012	1132	1207	125
Wölkchen . .	2415	2415	2402	2345	2194	2086	1985	1960	2023	2213	2345	240
Unterer Cirrus	4552	4646	4552	4362	4109	3888	3730	3635	3698	3761	3919	423
Oberer Cirrus .	7902	7965	7870	7649	7301	6922	6416	6290	6511	6954	7396	77

1) Oesterr. Zeitschrift f. Meteorologie 1882, S. 267.
2) Nach Dr. Zenker siehe Meteorologische Zeitschift 1884, S. 7.

Häufig findet man aber am Himmel keine Wolke, welche über die
Vinde oben Bericht erstatten kann. Alsdann bleibt nichts übrig, als
inen kleinen sogenannten Pilotenballon aufwärts zu senden. Soll ein
olcher bis zu bestimmten Höhen fahren, so muss sein Auftrieb den
ërostatischen Gesetzen gemäss berechnet sein.

Der richtige Luftschiffer setzt eine Ehre darin, so lange als mög-
ch in der Luft zu verbleiben. Eine Fahrt von langer Dauer zeugt
on seiner Geschicklichkeit in der Führung des Aërostaten, sowie von
er Güte des Materials des letzteren. Demgemäss wird er alle meteoro-
gischen Erscheinungen, welche im Stande sind die Fahrt zu verlängern,
nöglichst ausnutzen, denen von entgegengesetzter Wirkung aber schnell
uvorzukommen suchen. Was nun besonders auf den Aërostaten ein-
rirkt, sind: Wärme und Kälte, welche eine Expansion oder Contraction
es Gases zur Folge haben, Luftströmungen, die ihn mechanisch aufwärts
der abwärts treiben und Niederschläge, die eine Gewichtsvermehrung
nit sich bringen. Erwärmt die Sonne den Ballon, so wird er langsam
ufsteigen und dabei an Gas zum Appendix heraus verlieren. Er hat
ich eine höhere Gleichgewichtslage geschaffen und verbleibt in dieser so
nge die Bestrahlungen durch die Sonne und die Ausstrahlung der
Värme von der Erde her eine constante bleibt. Der Luftschiffer hat
ur den aërostatischen Principien gemäss die Gasverluste in Folge von
Diffusion auszugleichen. Ist indess der Himmel wolkig, so dass die
Sonne abwechselnd verschwindet, dann muss der Luftschiffer mit grosser
Aufmerksamkeit im entsprechenden Moment, bevor das Gas sich abkühlt,
genügend Ballast abwerfen, damit er auf der erreichten Höhe verbleibt.
Es gehört Umsicht und Erfahrung dazu, um hierbei die richtige Zeit
ınd das richtige Maass zu treffen. Letzteres ist sehr abhängig von der
Zeitdauer des Verdecktseins der Sonne, also von der Grösse der Wolke.
Die schlechte Leitungsfähigkeit des Ballonstoffes kommt hierbei dem
Aëronauten sehr gelegen. Der Ballon besinnt sich gewissermassen erst
bevor er fällt und diese Zeit muss der Luftschiffer gut ausnutzen. Für
Fahrten von langer Dauer kann der Aëronaut ferner von der Wärme
Vortheil ziehen, wenn er während des Minimums der täglichen Tempe-
raturperiode, also vor Sonnenaufgang aufsteigt. Dadurch sind ihm die
Mittel in die Hand gegeben bis gegen das Maximum der Periode, d. i.
m Mittel bis auf zwei Uhr hin, viel Ballast zu ersparen. Vielleicht
kann es ihm auf diese Weise gelingen die Diffusion des Gases damit
ohne Ballastverlust zu compensiren. Viel wechselvoller, als die Ein-
wirkungen der Wärmequelle, der Sonne, sind die der ausstrahlenden

Wärme der Erde. Man kann wohl behaupten, es ist bedauerlich, dass die Luftschifffahrt nicht schon längere Zeit hindurch wissenschaftlich betrieben wird, denn zweifelsohne würden sich aus den verschiedenen Aufzeichnungen der Einwirkung der Wärmeausstrahlung und der damit im Zusammenhange stehenden Bewegungen localer Luftströmungen höchst werthvolle aëronautische und meteorologische Schlüsse ziehen lassen. Der Ballon ist gegen Wärme und Kälte erst nach einiger Zeit der Einwirkung empfindlich, aufsteigende oder absteigende Luftströme reissen ihn jedoch sofort mit sich. Der Aëronaut hat demnach nicht allein den Blick aufwärts zu richten, sondern muss auch den Curs seines Schiffes auf der Erde verfolgen, um danach zu ermessen, ob es nöthig sein wird Ballast auszuwerfen oder nicht.

Im Sommer zieht beispielsweise jedes Wasser und jeder Wald den Ballon herab. Es ergeht ihm ferner, wie den Gewitterwolken, er fährt um einen See am Ufer herum. Im Winter ist, sobald Schnee liegt, die Fahrt eine weniger wechselvolle. Offene Gewässer pflegen alsdann den Ballon zum Steigen zu bringen, weil sich aufströmende Cyklonen über ihnen bilden. Auch Ballons, die über grössere Städte hinweg fahren, pflegen während dieser Zeit zu steigen. Ferner treten in der Luft besondere warme und kalte Strömungen auf, die häufig durch Wolken von einander getrennt sind.[1] Kurzum die Erscheinungen werden hierdurch interessant aber zugleich so complicirt, dass sich hierüber bei dem zur Zeit so mangelhaften Material vorläufig noch keine bestimmten Regeln geben lassen.

Das Unangenehmste, was dem Luftschiffer während der Fahrt zutreffen kann, sind Niederschläge, wie Reif, Regen, Schnee etc., die das Gewicht seines Aërostaten vermehren. Vor der Abfahrt hätte etwas Derartiges weniger Einfluss, weil man es dann als Ballast betrachten kann, der vielleicht automatisch von der Wärme aufgezehrt wird. Es bleibt in solchem Falle nichts übrig, als vor der Abfahrt ein dem Gewichte der Beschwerung entsprechendes Ballastopfer zu bringen.

Die Grundsätze für eine vernunftgemäss geleitete Ballonfahrt würden also noch einmal wiederholt folgende sein:

1. Das Ventil nur zum Landen ziehen.
2. Jede Neigung des Ballons zum Sinken durch rationelles Ballastauswerfen sofort aufheben.
3. Ausnutzung aller meteorologischen Erscheinungen.

---

1) Mit der Theorie der aufsteigenden Luftströme von Dr. Vettin lassen sich alle diese Erscheinungen einfach und zutreffend erklären.

Die Beachtung und Ausführung dieser Regeln erfordert viel Geıick und Uebung. Ein Luftschiffer bedarf genau wie jeder andere rufsmensch eine gewisse Zeit zum Lernen. Wenn nun aber diese esen sorgfältig beachtet werden, werden auch die Uebelstände der ëronautik klar hervortreten. Halten wir daran fest, dass es sowohl im ilitärischen als auch im wissenschaftlichen Interesse liegt, möglichst lange der Luft verbleiben zu können, und dass man auch ferner in einer estimmten Höhe diese Zeit über verweilen will, so tritt vor allen Dingen ie Unmöglichkeit der Vereinigung des letzten Punktes mit dem ersteren ervor. Eine langdauernde Fahrt mit dem Ballon ist nur durch ein llmähliches fortdauerndes Höhersteigen denkbar. Dabei kann es sich eiterhin ereignen, dass der Aërostat über die untere Wolkenschicht inauskommt und schliesslich nicht mehr im Stande ist, seinen Curs uf der Erde zu verfolgen. Solche Fahrten sind nebenbei im höchsten rade gefährlich; die Statistik der Unglücksfälle in Ballons weist deren erschiedene nach, die dadurch entstanden sind, dass der Aëronaut die rde aus der Sicht verloren und sich später plötzlich über dem Meere funden hat.

Abgesehen von der daraus entspringenden Gefahr, kann auch der ilitärische oder wissenschaftliche Zweck der Fahrt hierdurch beeinträcht werden. Sowohl die militärische Recognoscirung, als auch die Einllung und Beobachtung wissenschaftlicher Instrumente erfordert ein geres Fahren in annähernd gleicher Höhenzone. Endlich hat das gsame Höhersteigen während der Fahrt für diese selbst den grossen chtheil, dass man verhältnissmässig viel Ballast für das Landen zurückhalten muss, um die Intensität des Aufpralls zu vermindern.

Diesem Nachtheil des gewöhnlichen Aërostaten hat nun Hauptmann arles Renard durch Construction einer besonderen Ballontype abhelfen gewusst. Sein Vorschlag ist, Ballons mit veränderlichen Volumen fertigen (aérostats à volume variable). Im Innern eines gewöhnlichen llons will Renard einen Luftsack angebracht wissen, der vom Luftiffer bei eingetretenem Gasverlust nach und nach aufgeblasen wird. Wie rsam auf diese Weise mit dem Ballast umgegangen werden kann, ist cht begreiflich. Jeder Ausfall des Gleichgewichts durch Gasverlust rd dadurch aufgehoben, dass das Ballonvolumen entsprechend vereinert wird und nun der Verlust durch Ballastauswurf ausgeglichen wird. s dem Appendix tritt aber nicht mehr Gas heraus, als es die Exnsion durch Wärme oder verminderten Druck nöthig macht; dem ftschiffer wird also damit in die Hand gegeben, das denkbar Geringste

und dabei genau abzumessende Ballastopfer zu bringen, wenn er bei eintretender Reaction möglichst schnell sein Ballonvolumen verringert. Die Construction will **Renard** in der Gestalt eines in der unteren Balloncalotte befindlichen ringförmigen Luftschlauches ausgeführt wissen. Der Appendix des letzteren wird dann seitlich desjenigen des Gasballons sich befinden. Weiterhin setzt er diesen Schlauch des Luftsackes in Verbindung mit einem Ventilator für schwachen Druck und grosser Leistungsfähigkeit. Letzterer muss bei dem Sinken in der Secunde ein Volumen Luft durchgehen lassen, welches der Contractionsgeschwindigkeit gleichkommt. Das ist, wie früher erwähnt wurde (s. S. 17), $a = \frac{rV}{8000}$ für einen Ballon von 1000 cbm demnach $0{,}125 \, . \, v$. Wenn der Aëronaut die Geschicklichkeit besitzt, nicht schneller als einen Meter pro Secunde zu fallen, muss der Ventilator daher 125 Liter Luft in der Secunde in den Luftsack einpumpen können. Wer sich diese Fertigkeit nicht zutraut thut also gut einen leistungsfähigeren Ventilator mitzunehmen. Der Druck, den der Ventilator auszuüben hat, muss durch Rechnung festgestellt und seiner Construction zu Grunde gelegt werden.[1])

Für die Grösse dieser Luftblase giebt **Renard** folgenden Anhalt. Er sagt, das Volumen derselben muss gleich sein der Differenz zwischen dem Gasvolumen bei der Abfahrt und demjenigen zur Zeit als man niedersteigen muss, d. h. wo der disponible Ballast bis auf den zur Niederfahrt in Reserve gehaltenen verbraucht ist.

Es sei:

V = das Gasvolumen des Ballons bei der Abfahrt.
x = das Gasvolumen nach Verbrauch des disponiblen Ballastes.
a = der Auftrieb des Gases pro Cubikmeter.
V' = das Volumen der Luftblase.
p = der Ballast.
p' = der Reserveballast.

Der Auftrieb war $= Va$ und ist vor der Niederfahrt bei Normaldruck und Temperatur $\frac{x\,a\,b}{760}$, der Auftriebsverlust beträgt demnach:

$$Va - \frac{x\,a\,b}{760}.$$

1) S. L'Aéronaute 1881, Étude sur les Aérostats à volume maximum variable par **Charles Renard**.

geglichen worden durch die Ballastausgabe $p—p'$. **Man** er-
ch

$$p-p' = Va - \frac{xab}{760},$$

$$x = \frac{760}{ab}(Va - p + p')$$

sonach:

$$V' \geqq V - \frac{760}{ab}(Va - p + p')$$

$$. \quad . \quad V' \geqq \frac{760}{ab}(p - p') - V\left(\frac{760}{b} - 1\right).$$

nuss weiterhin die Abkühlung und die damit verbundene des Gases in der Höhe in Betracht gezogen werden. Dann uch für den Fall, dass der Ballon durch irgend welche Erfwärts getrieben wird, genügend Raum zur Ausdehnung unter ;eren Drucke für die Luft vorhanden sein.

n wir das Zahlenbeispiel in obige Formel ein. Die Gleichıe sei in Höhe von 500 m = 714 mm dann ergiebt sich:

$$V' \geqq \frac{760}{0{,}650 \cdot 714}(250 - 33) - 1000\left(\frac{760}{714} - 1\right)$$

$$' \geqq 249{,}3 \text{ cbm}.$$

ı die Luftblase aber auch bei der Niederfahrt noch mit zur gelangen soll, muss sie, da bei dem zunehmenden Luftdruck ımprimirt wird, grösser gemacht werden, und zwar wird:

$$V' = \frac{217}{0{,}650} = 334 \text{ cbm}.$$

en fernerhin, der Ballon soll eine Sicherung nach der Höhe erhalten; das Gas würde in der Höhe von 1000 m incl. :correction

$$= 650 \cdot \frac{671}{760}\left(1 - \frac{6{,}44}{273}\right) = 560{,}41 \text{ kg}$$

esitzen.

500 m Höhe ist der Auftrieb = 596,3 kg. Es geht also ver-

$$596{,}3 - 560{,}41 = 35{,}69 \text{ rund } 36 \text{ kg}.$$

rechen auf dem Erdboden einem Raume von $\frac{36}{0{,}650} = 55{,}3$ cbm

m. In Summa würde demnach die Grösse der Luftblase be-

tragen: 334 + 56 = 390 cbm. Der Umgang mit der Ballontype Renard ist nicht ganz einfach. Der Appendix des Luftsackes ist so eingerichtet, dass er vom Luftschiffer sehr schnell vollständig oder auch unvollständig zugeschnürt werden kann. Das Aufsteigen findet, wie beim gewöhnlichen Ballon, durch Entlastung statt. Letzterer würde nun nach Erreichung der Gleichgewichtszone immer höher steigen oder, wenn er eine tiefere Zone erreichen soll, durch Oeffnen des Ventils Gas verlieren müssen. Der Ballon Renard's kann einmal in der ursprünglich gewählten Gleichgewichtszone während der ganzen Fahrt annähernd verbleiben und ferner jede Tiefe ohne Gasverlust erreichen. Durch das fortwährende Einblasen von Luft bei gleichzeitigem mässigen Ballastauswerfen wird die Stabilität des Aërostaten in jedem Moment des Niedersteigens erhalten. Ist die neue Gleichgewichtszone erreicht, dann wird ein wenig mehr Ballast ausgeworfen, damit der Ballon wieder ein Bestreben zum Steigen erhält, und dabei der Luftschlauch nicht ganz zugeschnürt. Bei diesem Steigen wird zunächst in Folge der Expansion des Gases die schwerere Luft herausgedrückt. Die Verengung des Appendixes bringt aber einen gewissen Widerstand mit sich, dessen Rückwirkung eine innere Compression des Gases und damit ein langsameres Aufsteigen zur Folge hat. Erst wenn dieser Ueberdruck ein bestimmtes Maass überschritten, wird etwas Gas aus dem Appendix herausgedrückt und dadurch der Aërostat wiederum belastet. Ist man nun erst durch den langsamen Fall etwas unter die neue Zone gekommen, so wird man sie jetzt mit geringem Auftrieb wieder erreichen. In diesem Moment muss dann der Luftschlauch vollständig zugeschnürt werden. Noch einmal zusammengefasst schreibt Renard über den Umgang mit dieser Ballontype Folgendes vor:

1) Seinen Ballon immer gefüllt halten.
2) Den Luftschlauch geschlossen halten.
3) Bei zufälligem Erheben über die Gleichgewichtszone nichts machen.
4) Bei fallender Bewegung Luft derartig in den Luftsack blasen, dass dieser immer voll bleibt und die Fallgeschwindigkeit durch entsprechende Ballastabgabe vermindern.
5) Während der Auffahrt, unterhalb der erwähnten Zone, den Luftschlauch unvollständig zuschnüren, um die Steiggeschwindigkeit zu vermindern und nur in [illegible] ausnahmsweisen Fällen Ballast auswerfen.
6) Sobald der Ballon in die Zone gelangt, [illegible] den Luftschlauch vollständig [illegible] den Ballon [illegible] zu bringen.

Type Renard muss als ein ganz bedeutender Fortschritt nautischen Technik betrachtet werden. Durch diese Construction Ballon erst ein brauchbares Werkzeug für Krieg und Frieden. r unangenehmste, nicht aber der schwierigste Theil einer Fahrt andung.[1]) Wird die Tragkraft des Ballons ausgenutzt, so muss lung nach einer bestimmten Zeit vor sich gehen. Diese Zeit ich nach dem Ballastverbrauch; sie ist da, wenn Alles bis auf erveballast verbraucht ist. Letzteren bestimmt Poitevin und nach der auf Seite 17 bereits erwähnten Formel:

$$p' = \frac{Vdb}{760} - \frac{Vdb}{760}\left(1 - \frac{55\left(1 - \frac{b}{760}\right)}{273}\right)$$

einfacht:

$$. \quad . \quad . \quad . \quad p' = 259{,}57\ V\left(1 - \frac{b}{760}\right)\frac{b}{760}.$$

dieser Zahl muss dann noch eine besondere Reserve hinzu- erden, welche für ausnahmsweise Fälle, alswie Hindernisse bei lung, Wasser, Wald, Häuser u. s. w. bereit gehalten werden muss.

r das Zahlenbeispiel ergeben sich danach folgende Ballastreserven:

Tabelle XVI.

n er ber	Höhe in Metern	Temperatur-differenz zwischen dem Gase in der Höhe u. der Luft unten in Grad C.	Ballast-reserve in Kilogramm	Ballast für besondere Fälle in Kilogramm	Summa in Kilogramm
	500	3,33	18		33
	658,2	4,34	19		34
	773,3	5,07	22	15	37
	890,2	5,79	24,5		39,5
	1000	6,44	27		42

as Manöver für die Landung besteht nun darin, dass zunächst erwerkzeuge klar gemacht, d. h. an ihren Tauen herabgelassen Darauf werden zerbrechliche Instrumente in einen Sack ge- am Ballonring befestigt. Sind endlich die letzten Ballast-

en vozüglichen Aufsatz von Hervé, L'Aéronaute 1885, pag. 163.

er eine wissenschaftliche Vorbildung besitzt, um sich die verschiedenen Erscheinungen, welche den Curs seines Fahrzeuges beeinflussen, erklären zu können und um den Zusammenhang seines Manövers mit den Naturgesetzen zu verstehen. Er muss ferner mit dem Umgange von Barometer, Thermometer, Sextant etc. eben so vertraut sein, wie der Seemann.

Ruhe und Kaltblütigkeit sorgen dafür, dass sich in Momenten der Gefahr der Blick nicht verdunkelt. Wenn das Material nach allen Regeln der Technik gut construirt und ausgerüstet ist und wenn der Luftschiffer sein Fach versteht, ist eine Ballonfahrt ganz gefahrlos. Wo etwas passirt, wird die Schuld immer dem Personal oder Material zugesprochen werden können. Um aber die Landung bei starkem Unterwinde gefahrlos zu machen, bedarf der Luftschiffer grosser Umsicht, Gewandheit und Kaltblütigkeit. Es kann sich immerhin ereignen, dass ein Anker bricht, ein Tau reisst und wenn er in solchen Momenten Herr seines Fahrzeuges bleiben will, muss er bereits vor Eintritt der Krisis die Zerreissleine bereit halten. Hat er diese Vorsicht nicht angewendet, so ist der Ballon ein steuerloses Wrack, welches mit grosser Schnelligkeit so lange über den Erdboden hinfortgeschleift wird, bis es an irgend einer Klippe scheitert. Dergleichen Fällen lässt sich eben vorbeugen, und der Luftschiffer muss seine Ehre darauf setzen, dass er es versteht.

Eine Pflicht für den richtigen Luftschiffer ist die Führung eines Tagebuches. Wenn er eben mehr Interesse für die Aëronautik besitzt, als nur das des Gelderwerbs, wird ihm auch ihre Förderung am Herzen liegen. Leider kann man dies heut zu Tage von den meisten Luftschiffern noch nicht behaupten. In das Tagebuch sind in bestimmten Zeitinterwallen die Ablesungen der Instrumente, sowie auch sonstige Beobachtungen einzutragen. Aus dem in bestimmten Zeittheilen zurückgelegten Wegen und den dabei erreichten Höhen kann er sich dann auf quadrirtem Papier, wenn er erstere als Abcissen letztere als Coordinaten nimmt, die Fahrtencurse construiren. Stellt er sich in gleicher Weise die Wärme und Feuchtigkeitscurve her, so erweist er damit nicht allein der Aëronautik an sich, sondern auch der Meteorologie einen schätzbaren Dienst. Mehrere Fahrten in dieser Weise dargestellt liefern zum Studium ein reiches Material. Wenn sich aber die Luftschiffahrt als lebensfähig erweisen soll, muss an [illegible] [illegible]kommung [illegible] werden und demnach [illegible] eine [illegible] den Namen eines [illegible]

Kapitel VI.

Die militärische Wichtigkeit der Aëronautik.

Wohl mit Recht hat man unsere Zeitepoche das Jahrhundert der Technik genannt, denn noch niemals hat letztere so tief in das sociale Leben der Völkerschaften eingegriffen, wie heutzutage. Allmählich wird überall die Handarbeit durch die Maschine ersetzt. Die Maschine potenzirt die menschliche Kraft und man braucht daher für dieselbe Arbeit weniger Menschen; bei der Complicirtheit ihrer Construction muss aber die sie handhabende menschliche Kraft eine höhere Intelligenz besitzen. Was nun an Menschenkraft überflüssig wird, muss sich dieses Plus an Intelligenz aneignen, will es nicht im „Kampfe um's Dasein" untergehen. So beeinflusst die Technik unsere Cultur, indem sie Intelligenz und Productionsfähigkeit steigert.

Der Einfluss ist derselbe für den Krieg, wie für den Frieden. Die Technik hat aus dem Kriegshandwerk eine Kriegskunst geschaffen, welche in enger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft, sich mehr und mehr vervollkommnet, daher einem stetigen Wechsel unterworfen ist. Besonders sind es die Verbesserungen der Kriegsmittel, welche durch Schutz- und Trutzwaffen repräsentirt werden, die in fast jedem Decennium durchgreifende Umgestaltungen im Heerwesen zur Folge haben. [illegible]ungen d[illegible]tik, welche sie bedingen, können die Veran[illegible]ichten werden. Welche die richtigste ist, [illegible] entscheiden.

[illegible] ist die Vernichtung der gegnerischen Kraft.

Je eher dies erreicht wird, um so geringer wird der Kraftverlust die Störung der culturellen Fortentwicklung der Nation sein. Der siegte macht von seinen Schutzwaffen Gebrauch um Zeit zu gewin zu neuer Kraftansammlung. Diese Zeit zu kürzen, die Erholung Gegners zu stören, das kann durch eine Ueberlegenheit der Trutzw erreicht werden. Populär gesagt, je fürchterlicher die Waffen, desto kür der Krieg.

Es ist bezeichnend, dass in dem Kampfe zwischen Panzer und schütz, letzteres den Sieg davon trug. Die Ueberlegenheit der Tru waffen ist damit gesichert. Da nun aber in allen Armeen Europas Qualität der Waffen ziemlich die gleiche ist, müssen noch andere F toren zur Geltung kommen und diese bestehen unter andern in Ausnutzung des Terrains als Schutzwaffe. Der im Terrain sich bieten Schutz kann ein doppelter sein, einmal gegen Feuerwirkung, dann geg Sicht. Ersterer ist als unzerstörbar immer nur bedingt vorhanden; sichtbares Ziel bietet einen bestimmten Angriffspunkt. Anders ist es dem versteckten. Hier ist die Waffenwirkung mehr oder minder den Zufall angewiesen, der Punkt, von dem die gegnerische Kr wirkung herkommt, ist unsichtbar, es fehlt das moralisch hebende kennen des thatsächlichen Erfolges. Es bleibt nichts Anderes übrig, sich dem Feinde gegenüber ebenso zu maskiren, was hinwiederum den Angreifenden nicht immer ausführbar ist. Viel wichtiger aber, die Ungleichheit, welche durch die Verhältnisse des Kampffel zwischen zwei sonst gleichen Kräften besteht, ist das richtige E setzen der Kräfte auf dem Schlachtfelde, die taktische Führung. allein ist in der Lage die localen Ungleichheiten auszugleichen. Taktiker bedarf aber einer Uebersicht über das Schlachtterrain u einer Kenntniss der feindlichen Kräfte und deren Vertheilung, selbst richtige Dispositionen treffen zu können. Bei der Ausdehnu der heutigen Schlachten kann er diese Uebersicht selten von ein erhöhten Punkte des Schlachtfeldes aus gewinnen. Vor allen Ding kann er über das, was beim Feinde vor sich geht, nur du Meldungen aus der Schlachtlinie oder durch zu besonderen Recog cirungen abgesandte Patrouillen und Truppenkörper erfahren. Dies tr den Uebelstand eines grossen Zeitverlustes in sich, denn das Ueb bringen der Meldung, der Beschluss, der Befehl, die Ausführung d selben erfordern bei ihrer Aufeinanderfolge Zeit, welche nach Mögli keit abgekürzt werden muss.

Solche Uebelstände [illegible] neue Hilfsmittel nach

enken und es soll nun in der folgenden Darstellung die Beantwortung er Frage versucht werden, in wie weit Ballons berufen sein könnten, ie Kriegskunst zu fördern.

A. Vortheile der Kriegsballons.

Jedermann weiss, dass man von einem höheren Punkte aus eine weitere Uebersicht und einen besseren Einblick in die vor einem ausgebreitete Landschaft erhält. Das Terrain liegt in allen seinen Einzelheiten wie ein Plan vor uns. Ist es wellig, bergig oder waldig, so nimmt der Einblick mit der Entfernung sehr schnell ab und kann nur vergrössert werden, wenn ein höherer Aussichtspunkt gewählt wird. Auf dieser allgemein anerkannten Erfahrung beruht der Hauptwerth des Ballons für die Kriegsführung. Er soll ein Observatorium bilden, welches den Werth des Terrains als Schutzwaffe und Maskirung für den Gegner herabsetzt. Die äusserst complicirten Verhältnisse der Taktik und Waffenwirkung unter Terrainbenutzung machen ein derartiges Mittel zu einem sehr erwünschten. Natürlich kann hierbei zunächst nur von einem gefesselten Ballon gesprochen werden, der fortwährend der Führung Dienste zu leisten vermag. Der Taktiker kann von ihm aus eine meilenweite Uebersicht über das Terrain, über die Aufstellung seiner Truppen, sowie unter Umständen über die des Feindes erhalten. Die Bewegungen seines Gegners erfährt er bedeutend früher, als dies durch Meldungen geschehen könnte. Er hat auch nicht mehr nöthig, die Absichten seines Gegners gewissermassen zu errathen, er erkennt sie mit Sicherheit an den Bewegungen der feindlichen Truppen, die er in ununterbrochener Zeitfolge beobachten kann. In Folge dessen hat er die Ueberzeugung von der Richtigkeit des eigenen Entschlusses, ein Factor, der nicht unwesentlich die Schnelligkeit des Disponirens hebt. Fernerhin muss berücksichtigt werden, dass der Führer auch dadurch, dass er sieht, was da vor sich geht, bedeutend an Zeit zur Ausführung seiner Thätigkeit gewinnt. Die Meldungen von der Schlachtlinie her werden eben ihrem Inhalte nach schon vorher erkannt und bis zu der Zeit, wo eine solche den Taktiker erreicht, kann bereits der darauf nothwendig gewordene Befehl ertheilt und in der Ausführung begriffen sein. Dann bildet die Meldung nur die Bestätigung für das, was das Auge in der Entfernung erkannt

Von besonderer Wichtigkeit ist es, dass bei dem Gegner nicht die Bewegungen, sondern bei einiger Uebung auch genau die stimmt werden kann. Wenn letzterer sich nun von vornherein

in allen Dingen, die sonst seinem Feinde verborgen blieben und auch noch mit allen Mitteln der Kunst verschleiert wurden, eingesehen weiss, so wird für ihn die Chance des Sieges immer geringer werden. Der moralische Eindruck, welchen dieses Bewusstsein auf Führer und Truppe ausübt, wird ein deprimirender sein[1]). Die Entschlussfähigkeit des Führers wird gelähmt durch den beunruhigenden Gedanken, dass die eigene Absicht bei der ersten Truppenbewegung erkannt wird; die Action der Truppe hat an Stosskraft verloren, weil sie herausfühlt, dass der Gegner ihr in die Karten blickt. Mag nun vielleicht der Gegner thatsächlich Vieles nicht sehen, so bleibt doch der moralische Effect derselbe. Wenn daher auf der einen Seite die Furcht, es könnte alles gesehen werden, den Muth erheblich herunterdrückt und damit die Niederlage als Ergebniss des Kampfes jedem einzelnen klar vor Augen zu liegen erscheint, ist auf der anderen Seite das Gefühl der Ueberlegenheit und die Sicherheit der Führung vorhanden. Wenn so viele Vortheile auf einer Seite vereinigt sind, kommt es nur darauf an, sie in der gegebenen Frist auch sämmtlich auszunutzen, um den Lorbeer des Sieges zu erringen.

Der Nutzen, welcher dem Taktiker aus der erfolgreichen Verwendung eines Captifballons erwachsen kann, scheint vornehmlich für den Feldkrieg zur Geltung zu gelangen. Für den mehr stabilen Festungskrieg bleibt zwar die Thätigkeit des Taktikers immerhin die leitende, die Ausführung der Befehle erfordert aber wegen der grossen Schwere der verwendeten Kampfmittel viel mehr Zeit. Der Kampf ist ein Wochen und Monate hindurch, Tag und Nacht fortdauernder. Damit tritt scheinbar die Action der technischen Kampfmittel mehr in den Vordergrund und man könnte sich leicht zu der Ansicht verleiten lassen, dass im Festungskriege hauptsächlich für diese der Ballon vorhanden sei. In der That aber bleiben die Verhältnisse die gleichen wie in der Feldschlacht. Der Taktiker recognoscirt und setzt seine Kraft an der günstigsten Stelle ein. Da er nun aber den Vertheidiger nicht erreichen kann, ohne dessen materielle Kampfmittel vernichtet zu haben, wird zunächst ein Abwägen der Kraft der letzteren stattfinden. Hierbei wird derjenige sich die Ueberlegenheit wahren, welcher an richtiger Stelle seine Kraft einsetzt und dadurch nichts von derselben vergeudet; d. h. mit andern Worten, derjenige, welcher das Geschoss, welches bei den grossen Geschützen des Festungskrieges einen erheblichen Theil der

---

1) Vergl. v. Fischer-Treuenfeld, „Kriegstelegraphie", S. 174, Mittheilung über den Eindruck beim Erscheinen eines Captivballons beim Gegner.

Kraft des Heeres ausmacht, am vortheilhaftesten anwendet. Naturgemäss wird dabei selbst der Taktiker mehr Techniker, insofern als die Mittel, mit denen er die längste Zeit hindurch arbeitet, technischer Art sind. Diese wollen richtig verwendet und aufgestellt sein; sie müssen dem Taktiker ihrem Wesen und Eigenschaften nach bekannt sein. Das heisst also in der Kunst des Schiessens als Trutzwaffe und der der Terrain-Umgestaltung als Schutzwaffe muss er erfahren sein. Da weiterhin der Mechanismus seiner Kampfmittel ein vielseitiger und complicirter ist, kann er den technischen Theil der Leitung auch nicht allein übernehmen, sondern muss die Details verschiedenen Unterorganen anvertrauen und sich darauf beschränken, ihr Zusammenarbeiten auf den Endzweck hin, die Vernichtung der feindlichen Kampfmittel, zu überwachen und zu regeln. Man wird daraus erkennen, dass im Festungskriege der Ballon mit denselben Vortheilen, jedoch auf viel längere Zeit und in grösserer Anzahl zur Verwendung gelangen kann. Dazu kommt noch, dass, wie später gezeigt werden wird, viele Nachtheile des Ballonwesens im Festungskriege am wenigsten zur Geltung gelangen werden. Der stabile und technische Charakter dieses Krieges macht es nicht nur wünschenswerth, sondern in vielen Fällen sogar nothwendig, dass auch die Unterorgane sich desselben bedienen. Die Beobachtung vom Ballon aus beim Beschiessen indirecter Ziele wird eine langandauernde Benutzung desselben zur Folge haben. Das technische Unterorgan, welches diese Aufgabe zu lösen hat, muss jeden Schuss beobachten, um danach die richtige Lage der Flugbahn des Geschützes zu controliren event. zu corrigiren. Der Taktiker muss abwarten, in welcher Weise die Wirkung von Erfolg begleitet ist. Er kann deshalb erst nach bestimmten Zeitintervallen wieder in die Handlung eingreifen. Die Benutzung des Ballons wird also für ihn, wenn die Waffenwirkung zu Grunde gelegt wird, eine unterbrochene sein. Ist der Artillerist seine rechte Hand, welche die zerstörenden Schläge austheilt, so ist der Ingenieur die linke, welche den eignen Körper schützt. Auch dieser kann von dem Ballon als Observatorium den ergiebigsten Gebrauch machen. Seine Sache ist es, die personellen Streitmittel mit möglichst geringen Verlusten an die des Feindes heranzuführen und der Gegenbewegung feindlicherseits entgegenzutreten. Die vorausgehenden Umgestaltungen des Terrains deuten die Bewegungen an. Um ihren Grundriss, der allein über die Absicht des Gegners sicheren Aufschluss giebt, erkennen zu können, dürfte kaum ein besseres Observatorium gefunden werden, als der Ballon es bietet. Es hat den besonderen Vorzug, dass es an beliebigen Stellen aufgelassen

werden kann und daher eine Einsicht von beliebig vielen Seiten gestattet. Der Ballon kann aber bei einer cernirten Festung auch ungefesselt zu Recognoscirungen beim Fahren über die Befestigungen hinweg benutzt werden. Man hat auch öfters in Vorschlag gebracht, hierbei Geschosse mit explosiven Ladungen auf den Gegner herabzuwerfen, den Ballon also als Waffe zu benutzen. Seine Verwendung für die Truppenführung ist demnach im Festungskriege eine fortdauernde und das in dreifacher Weise:

1) Zur Recognoscirung der eignen Waffenwirkung und der gegnerischen Bewegung als gefesselter Ballon.
2) Zur Recognoscirung der Dislocation der feindlichen Kräfte und zur Aufnahme genauer Pläne als freier Ballon.
3) Als Waffe.

Demzufolge wird dem Ballon im Festungskriege überhaupt eine viel weitere Perspective eröffnet als im Feldkriege. Es erklärt sich daraus, dass die für die Vorbereitungen nöthige Zeit immer vorhanden ist und, dass nach der Cernirung die ganze Windrose vom Angreifer ausgenutzt werden kann. Hat der Vertheidiger keine Ballons, so wird das auf ihn eine grosse effective und moralische Wirkung ausüben. Besitzt er dieses Mittel ebenfalls, so wird im Festungskriege damit in demselben Maasse das Gleichgewicht zwischen beiden Parteien hergestellt werden können, als dies für den Feldkrieg der Fall wäre. Anfangs ist wohl stets die Vertheidigung im Vortheil und kann mit Hilfe des Ballons hier und da begonnene Arbeiten des Gegners leicht erkennen und zerstören. Gelingt es ihr, dieses Festsetzen des Angreifers im Terrain möglichst lange hinzuhalten, so hat sie damit unbedingt ihrem Zwecke gedient, nämlich Zeit gewonnen. Auch wenn es dem Angreifer gelungen ist, sich im Terrain einzunisten, kann man wohl immer noch den Vortheil auf ihre Seite stellen, weil die Schutzwaffen desselben anfangs nur durch ihre versteckte Lage, durch ihr Unsichtbarsein, den vorbereiteten permanenten der Festung das Gleichgewicht halten können. Letzteres wird bei der Gleichheit der Trutzwaffen demnach zu Gunsten des Vertheidigers ausfallen, wenn der Vortheil des Verdeckthaltens fortfällt. Der Angreifer wird schliesslich nur durch die energische Ausnutzung der Zeit, in der Naturereignisse die Verwendung des Ballons unmöglich machen, gegen den Vertheidiger aufkommen können. Dann hat letzterer allerdings den Culminationspunkt seiner Widerstandsfähigkeit erreicht. Es beginnt das langsame Aufzehren der Vertheidigungskräfte, welches der Gegner durch über die Festung fortfliegende Recognoscirungsballons einer beständigen

Controle unterwerfen kann. Tritt vielleicht gar, was, wie man wohl annehmen darf, noch in ferner Zukunft liegt, ein Herabwerfen von Sprengkörpern vom Ballon aus hinzu, so wird die Widerstandskraft des Vertheidigers physisch und moralisch sehr bald gebrochen sein. Die Ballons, welche er in dieser Zeitperiode frei hinaussendet sind nichts als ein Schrei in der Noth, ein Ruf nach Hilfe. Können wir Rettung erwarten oder sollen wir untergehen, sind die ausgeschickten Fragen, auf welche die Brieftaube die Antwort bringt. Mag letztere nun sein wie sie will, bei einer guten Leitung wird die decimirte Kraft der Vertheidigung, entweder durch die Hoffnung oder durch den Muth der Verzweiflung, durch solche Mittel noch einmal gehoben werden. Die moralische Stärkung kann bei der Hoffnung auf Entsatz nur durch eine fortwährende Verbindung mit diesem, durch fortlaufende Nachrichten über sein Näherkommen, aufrecht erhalten werden. Wie sehr unter solchen Verhältnissen die Abfahrt eines Ballons mit Brieftauben auf die Gemüther einwirkt, findet sich in den Geschichtsbüchern über die Vertheidigung von Paris wiederholt verzeichnet. Eine erfahrene Leitung beschränkt sich in der Vertheidigung nicht allein auf das Disponiren über die vorhandene Kraft, sondern sie richtet ihr Augenmerk auch auf ihre möglichst lange Erhaltung. Wenn die materiellen und personellen Mittel im ungleichen Kampfe allmählich ihrer Vernichtung entgegengehen, muss der Leitende Alles aufbieten, was geeignet ist, den ihm gebliebenen Rest seiner Kampfmittel so viel wie möglich widerstandsfähig zu erhalten.

Der Vertheidiger kann wohl auch dem Zukunftsprojecte gemäss von den aus der Festung herausfahrenden Ballons Sprengkörper in die feindlichen Stellungen werfen lassen. Indess steht er hierin im Nachtheil gegenüber dem Angreifer, weil seine Wirkung eine excentrische ist. Seine Ballons würden nur kurze Zeit eine vielleicht ganz unwichtige Stelle der Cernirungslinie passiren und hierbei unter Umständen noch nicht einmal ein Object finden, was der Zerstörung werth wäre insofern, als dem Angreifer daraus ein erheblicher Schaden erwüchse. In diesem Sinne könnte der Vertheidigung erst ein lenkbarer Ballon nützlich sein.

B. Nachtheile der Kriegsballons.

Ueber die Vorzüge der Verwendung von Ballons im Kriege lässt sich erst ein endgiltiges Urtheil fällen, wenn man erstere ihren Nachtheilen gegenüber abwägt. Es ist charakteristisch für jede neue Erscheinung, dass sie von allen Seiten von Gegnern bestürmt wird, welche ihre

gesammten Kräfte aufbieten, sie wieder aus der Welt zu schaffen. So ergeht es auch der Luftschifffahrt. Man kann passend den Vergleich einer aufkeimenden Pflanze heranziehen. Der Keim verspricht uns nichts, wir müssen die Entwicklung der Pflanze abwarten, wenn wir ihre Früchte erkennen und einheimsen wollen. Dazu verlangt sie allerdings der Pflege. Nimmermehr dürfte sich indess irgend Jemand die Weitsichtigkeit mit gutem Gewissen zutrauen, dass er von vornherein sagen könnte, der Keim taugt nichts. Die Luftschifffahrt kann vorläufig immer noch nicht mehr als ein Keim betrachtet werden. Es wird aber nöthig seinen Boden zu düngen, damit er nicht von selbst eingeht.

Der grösste Nachtheil des Ballons im Kriege liegt in seiner Abhängigkeit von Wind und Wetter. Seine Verwendbarkeit wird hierdurch zeitweise eine beschränkte. Wenn nun aber zugegeben werden muss, dass sein Personal durch derartige Ereignisse zur Unthätigkeit gezwungen, als mitwirkende Kraft für das Heer ausfällt, so muss andererseits berücksichtigt werden, welches Plus an Kraft es bei seiner Mitwirkung hinzuzusetzen im Stande ist. Der Luftballon ist allerdings ein unzuverlässiges Kampfmittel, ein Würfel mit drei Nieten und drei Sechsen. Fällt er aber glücklich, so sichert er auch die Ueberlegenheit vollkommen, vorausgesetzt, dass die eine Partei dieses Kampfmittel nicht besitzt. Wenn letzteres zutrifft, heben sich die Vortheile und Nachtheile auf, beide Parteien sind den Ereignissen in gleicher Weise ausgesetzt, und der Sieg läuft hinaus auf ein Abwägen der beiderseitigen Intelligenz.

Ein fernerer Uebelstand des Ballonwesens liegt in dem grossen Quantum an mitzuführenden Materialen. Der Train wird dadurch nicht unbedeutend vergrössert und die Beweglichkeit des Heeres erleidet eine nicht ausser Acht zu lassende Einbusse. Freilich hat der französische Ballontrain ebenso wie ehemals der amerikanische nur fünf Fahrzeuge. Man darf aber nicht übersehen, dass diese höchstens eine Chargirung mit sich führen und nach Verbrauch derselben auf eine besondere Staffel des Materialersatzes angewiesen sind, die sich doch ebenfalls im Train befinden muss. Wenn schliesslich der englische, russische und italienische Ballonpark nur aus drei Wagen besteht, so kann diese geringe Anzahl ebenfalls allein durch Fortlassung des für die erste Chargirung nothwendigen Materials an Wagen entstanden sein. In der That ergiebt es sich von selbst, dass die beiden letzteren Staaten, welche ihre Trains complett von Yon in Paris kauften, nur der eigenartig construirten Wagen bedurften, während sie zur Fortschaffung des Füllungsmaterials in jedem Kastenwagen ein geeignetes Fahrzeug bereits besassen. Weiterhin ist

zu bedenken, dass das Füllmaterial schwer ist, sich also nur auf Wegen und häufig kaum anders als im Schritt vorwärts bringen lässt. Letztere Gangart muss wenigstens für den Fall, dass die Säure in ihrer gewöhnlichen Verpackung in Glasballons mitgeführt wird, auf schlechten Wegen beibehalten werden. Ein solcher Train kann sicherlich für die Bewegungen einer Armee ein bedenkliches Hinderniss werden.

Bei der Verwendung des Ballons tritt für den Feldkrieg als weiterer Nachtheil der Mangel an Bereitschaft auf. Der Ballon-Train selbst mag im Gegensatz zu seiner Ergänzungsstaffel leicht beweglich construirt sein, die Mannschaft mag vorzüglich eingeübt sein, die Zeit, welche zur Herstellung des Füllgases nöthig ist, kann sie nicht abkürzen. Sie ist darin angewiesen auf ihren Gaserzeugungs-Ofen, dem Erzeugniss heimischer Industrie und Intelligenz, welche die Herstellung von 600 cbm Wasserstoff noch nicht in kürzerer Zeit als zwei Stunden zu leisten vermochte. Wo aber soviel Zeit unbenutzt vergeht, entwischt auch häufig die Gelegenheit überhaupt Nutzen schaffen zu können. Entweder kommt der Ballon zu spät oder es treten vielleicht Witterungserscheinungen ein, welche plötzlich seinen Gebrauch unmöglich machen. Freilich darf auch nicht vergessen werden, dass die Technik hierin mit der Zeit Fortschritte machen wird. Beispielsweise sei daran erinnert, dass die Engländer im Sudan-Feldzuge das Gas fertig im comprimirten Zustande mitführten und dadurch die Füllung ihres Ballons in einer Stunde zu Stande brachten. Bei einem wirklich noch glückenden Aufsteigen kann es aber wieder zweifelhaft werden, ob der Pulverdampf und im allgemeinen die Klarheit der Luft ein erfolgverheissendes Recognosciren gestatten werden. Letzteres fällt auch unter allen Umständen fort, wenn die Gegend eine waldreiche ist. Wald, Rauch und Nebel sind die einzigen Masken gegen die Einsicht vom Ballon aus und daraus ergiebt sich, dass seine erfolgreiche Benutzung für manche Gegenden und einige Jahreszeiten immer eine beschränkte sein wird, auch wenn die übrigen Nachtheile als aufgehoben betrachtet werden.

Der Verwendung von Ballons im Feldkriege stehen demnach ebenso grosse Bedenken entgegen als sie Vortheile zu versprechen scheint, und es wird schwer sein darüber zu entscheiden, welche Seite in diesem oder jenem Falle mehr ins Gewicht fällt. Es lässt sich darüber eben kein Schema aufstellen, es muss vielmehr den Verhältnissen Rechnung getragen werden. Viele der Nachtheile haben für den Festungskrieg sehr wenig Bedeutung. Zu diesen gehört die Schwere des Trains und der Mangel an Bereitschaft. Die Bereitschaft kann bei diesem

stabilen Kriege fortdauernd vorhanden sein. Auch die Witterungs-Ereignisse werden als Nachtheil insofern herabgemindert, als der Ballon bei starkem Winde u. s. w. immer noch als freifahrender zu benutzen ist. Dafür tritt indess als ein neuer Nachtheil hinzu, dass die Möglichkeit, ihn mittelst Geschützen herunterzuschiessen, oder auf seinem Standorte auf dem Erdboden zu zerstören, bei der Vielseitigkeit der Zerstörungsmittel im Festungskriege eine grössere ist.

C. Beurtheilung der Kriegsballons.

Wir sind gewohnt, bei jeglicher Beurtheilung über die Brauchbarkeit eines Gegenstandes die Erfahrung zu Rathe zu ziehen. Wenn wir diesen althergebrachten praktischen Weg auch bei der Kriegsaëronautik befolgen, werden wir sehen, ob die Vortheile oder Nachtheile schwerer ins Gewicht fallen und welchen Gründen eines oder das andere zugemessen werden muss.

Der Ballon als Mittel der Kriegsführung ist bis heute in acht Feldzügen zur Verwendung gelangt, von denen drei in Europa, zwei in Amerika, zwei in Afrika und einer in Asien stattfand. Von diesen waren die in Europa und Amerika Kämpfe zwischen cultivirten Nationen, die übrigen solche zwischen Cultivirten gegen weniger Cultivirte. Dem Feldkriege entsprach nach der modernen Auffassung desselben die Verwendung des Ballons im deutsch-französischen Kriege und in der Schlacht bei Solferino. In beiden Fällen war das Resultat kein erfolgreiches. Die Franzosen kamen in ihren abwartenden Stellungen wohl häufiger zum Auffahren, räumten aber aus strategischen Gründen stets vor Beginn des Zusammenstosses das Feld. Godard war bei Solferino in einer Montgolfiere aufgefahren und hatte nichts Besonderes gesehen. Die grösste Annäherung an eine feldmässige Verwendung kann dann noch höchstens bei den englischen Expeditionen nach Egypten und Beschuanaland zugelassen werden. Bei allen anderen Gelegenheiten war es ein Kampf in und um Festungen oder befestigte Positionen. Vorübergehende taktische Vortheile zog man vom Ballonwesen in der Schlacht bei Fleurus bei der Belagerung von Mainz, im nordamerikanischen Kriege und im Kriege der Tripel-Alliance gegen Paraguay. Strategische Vortheile durch Ballons, insofern als ein Zusammenwirken von Vertheidigung und Entsatzarmeen nach einheitlichem Plane ermöglichst wurde, hat nur der deutsch-französische Krieg zu verzeichnen.

Ueber die Wirksamkeit des französischen Ballontrains in Tonkin

s Näheres bekannt geworden. Die der englischen Expeditionen rika haben den wilden Völkern gegenüber mehr moralisch als ich gewirkt. Bis auf die bei den drei letzteren Expeditionen isher sämmtliche Ballontrains improvisirt worden. Die Ober-var nicht Officieren, sondern Luftschiffern von mehr oder minder Geschick anvertraut worden. Kein Wunder daher, wenn es lamerikanischen Kriege vorkommen konnte, dass, sobald die der Conföderirten in die Nähe des Ballons kamen, dieser, obwohl beobachtete, schleunigst weiter rückwärts in Sicherheit gebracht

e bei ausländischen Expeditionen thätig gewesenen englischen ızösischen organisirten Trains waren, den localen Verhältnissen end, vereinfacht worden. Sie können für den europäischen hauplatz nicht zur Beurtheilung herangezogen werden. Im Ganzen ı wohl mit der Behauptung aufzutreten wagen, dass in Anbetracht ünstigen Verhältnisse, wie sie durch Improvisationen auf der egen, der Nutzen ein nicht unbedeutender war und mindestens Hoffnung Berechtigung verleiht, dass ein im Frieden vorbereitetes terial und wohlgeschultes Personal noch bedeutend Besseres zu n Stande sein wird. Nun kann man allerdings bei vielen an-ı Thatsachen erwidern, die Historiker haben ihre subjectiven n zum Ausdruck gebracht, oder, wenn sie gar einmal im Ballon haben, sind sie für die Sache blindlings eingenommen und ich dadurch dazu verleiten, die Verwendung von Ballons im ls interessanten Gegenstand in etwas günstigerem Lichte dar-. In Bezug darauf kann nur auf den ersten Theil, Geschichte ärischen Luftschifffahrt, verwiesen werden; hier wird der geehrte ch ungünstige Berichte nicht verschwiegen finden. Wenn indess Historiker mit vorgefassten Meinungen behaftet sein sollten, so er den Nutzen der Aërostaten im Kriege sicherlich keiner besser als ein Obercommandeur, welcher sie selbst benutzt hat. Von rkenntniss ausgehend hat sich der Verfasser persönlich an die ischen Generale Mac Clellan und Fitz John Porter gewandt n beiden in gefälligster Weise Auskunft erhalten. Mit der ss der beiden Herren sei in Folgendem das zur Sache gehörige geben. Der ehemalige Führer der Potomac-Armee, General ac Clellan, schreibt:

s stellten sich zwei Hauptschwierigkeiten für den erfolgreichen h von Ballons bei der Potomac-Armee ein. Erstens war es

die geringe Zahl darin instruirter und erfahrener Stabsoff Witterungs- in jedem Moment für den Ballondienst zur Hand sein ko der Ballon solche Officiere eine Auffahrt machten, waren die Resultate [illegible] — vielleicht sollte ich sagen, so befriedigend als es die Natur des Geländes zuliess.

Die zweite Hauptschwierigkeit lag in der allgemeinen Natur des Terrains, in dem wir operirten. Die betreffende Gegend war meistens dicht bewaldet und hatte nur selten offene Stellen (clearings).

Das Maximum, was unsere Captifballons an Höhe erreichen konnten war 1000 Fuss engl. Truppen und Befestigungen waren in den Wäldern thatsächlich verborgen vor dem Blick des Beobachters im Ballon. Da weiterhin auch der über die Baumspitzen laufende Gesichtswinkel vom Ballon, bei einer Entfernung auf Gewehrschussweite sehr klein war, wird es leicht ersichtlich werden, dass auch noch viel von einem Aushau selbst, der Einsicht entzogen war.

Unglücklicherweise hatten wir keine Ballons während des Maryland-Feldzuges bei Antietam; dort war die Gegend weniger stark bewaldet und Ballons hätten mit grösseren Vortheilen verwendet werden können.

Es ist wahr, dass in Bezug auf die Gründe, welche ich angab, der Ballon viel zu wünschen übrig liess und oftmals nicht die nöthige Information gab; unter günstigen Umständen indess lieferte er gute Resultate. Ich ziehe daraus den allgemeinen Schluss, dass unter günstigen Umständen Ballons sehr werthvoll sein werden. Gestatten Sie mir dabei zu erklären, dass, um einen vollkommenen Erfolg damit zu erzielen, Stabsofficiere für diesen Specialdienst herangezogen und mit ihm unter allen eigenartigen Situationen völlig vertraut gemacht werden müssen. Diese müssen die Fähigkeiten besitzen mit dem Ballon umzugehen und irgend eine wichtige Recognoscirung auszuführen. Es ist auch rathsam dafür zu sorgen, dass eine grössere Höhe als 1000 Fuss erreicht werden kann.

Unter diesen Bedingungen glaube ich zuversichtlich, dass Ballons in den meisten Gegenden von Europa, wo wahrscheinlich grosse Armeen gegeneinander operiren werden, bedeutende Dienste leisten können. Die guten Resultate werden, wie ich glaube, die kleinen Unbequemlichkeiten der mehr mitzunehmenden Bagage mehr denn aufwiegen."

Dieses Urtheil kann doch im Ganzen nur als ein günstiges aufgefasst werden, da es der Kriegs-Aëronautik, wenn sie richtig ausgebildet wird, eine Zukunft verheisst. Auch General Fitz John Porter, der-

t nichts Na· bei der Belagerung Yorktown's die unfreiwillige freie ach Afrika ¹ spricht sich günstig über die Verwendung von Ballons ... er schreibt:

„Ich halte den Ballon bei Recognoscirungen für sehr werthvoll und r mag vielleicht von gleichem Werthe, jedoch in anderer Beziehung, n geeigneten Händen sein, wenn man von ihm, wie es jetzt beabsichigt wird, brennbare und explosive Materialien auf Städte, Flotten etc. erunterwirft. Die Thatsache, dass, sobald ein Ballon in Kanonenschussweite kam, augenblicklich auf ihn gefeuert wurde, beweisst seine Wichigkeit, da der Feind danach trachtete, ein Object zu zerstören, welches r fürchtet."

Die beiden amerikanischen Generale müssen als die ersten Autoitäten für die Kriegspraxis der Aëronautik betrachtet werden. Es hat einen zweiten Feldzug gegeben, in dem Ballons so andauernd unter lemselben Befehle stehend, zur Verwendung gelangt wären, als im ordamerikanischen Bürgerkriege.

D. Material und Personal.[1])

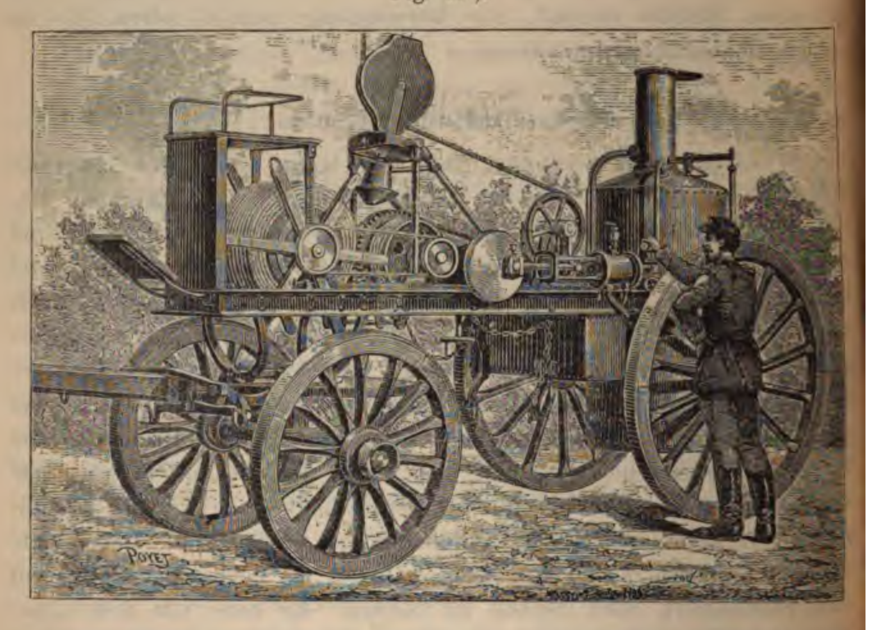
Viele der oben erwähnten Nachtheile lassen sich durch ein gutes Material und geübtes Personal beseitigen oder zum Mindesten einschränken. Der Ballonstoff muss, da das Material viel gebraucht und laher allen Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, ein ausgesucht guter und ester sein. Der Firniss soll den Stoff so dicht machen, dass er innerhalb 24 Stunden nicht viel an Tragkraft verliert. Es könnte sonst vorkommen, dass der Ballon während des Kampfes allmählich niedergeht. Dann ist er natürlich ein unbrauchbares Instrument geworden und ein gutes bequemes Ziel, welches bald zerschossen sein dürfte. Die von Yon der italienischen Regierung gelieferten Ballons verloren bei den Versuchen am 26. und 27. Juni im aërostatischen Park in der Via Tiburtina zu Rom innerhalb 24 Stunden 90 kg an Tragkraft. Dabei hatte der Ballon indess noch genügenden Auftrieb, um noch längere Zeit mit zwei Beobachtern oben bleiben zu können. Er hatte von den disponiblen 15 Sack Ballast erst 6 zum Ausgleich des Gasverlustes durch die Diffusion geopfert.[2]) Das Material soll hinwiederum auch möglichst leicht

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. II, 1883. Major Buchholtz, „Anforderungen an Militär-Ballons und ihre Ausrüstung".

2) S. Rivista di artiglieria e genio, August 1885.

sein. Wenn also der Stoff selbst fest, gediegen und schwer ist, muss an allen anderen Theilen, an Netz, Ring, Korb u. s. w., an Gewicht gespart werden, damit das Volumen nicht zu gross gewählt zu werden braucht. Die französischen Ballons haben ca. 630 cbm Volumen, die russischen 550 cbm, die italienischen 540 cbm; die englischen, welche in Afrika gebraucht wurden, hatten nur 260 cbm. Je kleiner das Volumen ist, um so grösser wird die Bereitschaft sein können. Weiterhin knüpfen sich an die Kleinheit die Vortheile des geringen Materialien-Verbrauchs. Der ganze Train wird in entsprechendem Maasse leichter und beweglicher. Die Erleichterung darf indess nicht auf Kosten der Dauerhaftigkeit geschehen. Auch ein zu geringer Auftrieb würde grössere Nachtheile nach sich ziehen als das damit beim Ballontrain ersparte Ge-

Fig. 48[1]).



wicht nach sich gezogen hätte. Die englischen Ballons stehen hart an der Minimalgrenze. Wenn zum Füllen ihres so geringen Volumens vermittelst comprimirten mitgeführten Wasserstoffes noch eine Stunde gebraucht wird, so ist das keine hervorragende Leistung. Das richtige Maass in der Ballon-

1) Entnommen der Nr. 646 der französischen Zeitschrift „La nature“.

össe festzustellen ist Sache der Ueberlegung und der Construction. er Ballonwagen besteht aus einer Locomobile mit der Kabelrolle. Von er Maschine verlangt man nach der Füllung des Ballons so viel Druck n Kessel, dass ihre Benutzung beginnen kann. Das Kabel muss eine enügende Länge und Festigkeit besitzen und sich auf der Trommel eim Aufwickeln in leichter Weise richtig legen. Die Hemmvorrichungen müssen schnell und sicher functioniren. Die Führungsrolle des Kabels soll sich auch seitlich bewegen können, damit letzteres nicht aus ler Rinne herausspringt. Der Wagen muss so schwer sein, dass er uch bei heftigem Winde allein durch sein Gewicht den Ballon vernkert. Andererseits verlangt man wieder eine schnelle Beweglichkeit lesselben, was sehr gut zu erreichen ist; es sei hier nur auf die Dampfpritzen der Feuerwehr hingewiesen. Einen Wagen, der nach allen diesen Principien für Feldzwecke von Yon construirt ist, stellt die Abbildung Fig. 48 dar. Man sieht auf der Hinterachse den stehenden Dampfkessel ind den horizontal liegenden Cylinder. Die Plyelstange überträgt die Kolbenbewegung vermittelst einer Scheibe auf das Getriebe der Vorlagerommel. Von letzterer läuft das Kabel zunächst über eine feste Rolle nahe dem Kessel und wird dann erst in die in kardanischer Aufhängung befindliche bewegliche Rolle eingeführt. Ueber den Gasentwickler ist bereits im vorigen Kapitel ausführlich berichtet worden. Seine Verbeserung ist für die Verwendbarkeit des Ballons im Feldkriege die Hauptbedingung. Man hat die Schwierigkeiten der Füllung umgehen wollen und Montgolfieren zur Benutzung für momentane Recognoscirungen voreschlagen. Die Schnelligkeit der Bereitschaft derselben lässt allerdings ichts zu wünschen übrig. Benutzt man die Montgolfiere aber in unefesseltem Zustande, so fliegt sie fort; man würde die Meldungen vieleicht zu spät erhalten resp. gar nicht. Gefesselt dagegen erreicht sie bei iner nicht zu übermässigen Grösse eine zu geringe Höhe, weil sich die rwärmte Luft bei dem im Verhältniss zur freien Fahrt langsamen Aufassen des Aërostaten schnell abkühlt. Nach Adrien Duté Poitevin rreichte eine gefesselte Montgolfiere von 2000 cbm Volumen nur eine Höhe von 200 bis 300 m[1]. Bei geringem Winde würde auch der Rest ler erwärmten Luft durch den weiten Appendix schnell herausgepresst verden und folglich ein unmittelbares schnelles Fallen des Aërostaten intreten. Nimmt man aber an, eine Wärmequelle würde mitgenommen, ann ändert sich bei windigem Wetter nichts zu Gunsten der Montgol-

1) S. „Les ascensions en Montgolfière“, L'Aéronaute, Mai 1876.

fiere. Sie bietet dem Winde eine sehr grosse Fläche und es ist sehr fraglich, ob der durch die Expansion der erwärmten Luft erzeugte innere Druck bei der weiten Appendixöffnung dem äusseren Winddruck das Gleichgewicht halten wird. Sicherlich würde sie ein höchst unruhiges, schwankendes Observatorium sein.

Am 7. December 1870 wurde in Tours ein Versuch mit einer gefesselten Montgolfiere von 1200 cbm Volumen gemacht, welcher sehr kläglich verlief. Der Aërostat kam nicht über die Baumspitzen hinaus, blieb schliesslich in letzteren hängen und nöthigte somit den Luftschiffer Poitevin an einem Baum herabzuklettern. Ein Witzbold rief ihm dabei zu, um so hoch zu gelangen hätte er doch die Montgolfiere nicht nöthig gehabt[1]).

Die Kriegsballons müssen fernerhin mit Telephon und optischen Signalen versehen sein. Letztere sind für den Fall vorzusehen, dass die Telephonleitung beschädigt wird. Endlich aber soll jeder Kriegsballon auch für eine freie Fahrt mit allen hierzu nöthigen Ausrüstungsgegenständen und mit Proviant versehen sein.

Bezüglich des Personals muss der Unterschied gemacht werden, zwischen dem, welches den Ballon gebrauchsfähig macht und jenem, das den Ballon als Observatorium benutzt. Die dem Ballonwesen eigenthümlichen Verhältnisse verlangen von seinem technischen Personal zunächst eine bedeutende Abhärtung im Ertragen von Strapazen. Es ist ganz klar, dass das Wort „Ruhe“ für dieses Personal niemals existirt; dasselbe muss vielmehr bei der Abhängigkeit des Aërostaten von Wind und Wetter sich fortwährend auf der Wacht befinden, um jeden sich bietenden günstigen Moment nach Kräften auszunutzen.

Die Leute müssen mit dem Ballon und seinen Maschinen umzugehen verstehen. Besondere Uebung erfordert ein weiter Transport des Ballons im gefüllten Zustande. Eine Führung desselben durch Leute an Seilen ist sehr zeitraubend und ermüdend. Am zweckmässigsten erscheint die in Frankreich getroffene Einrichtung, wo er gefüllt vom Kabelwagen transportirt und nur bei Hindernissen (wie Telegraphenleitungen etc.) von den Mannschaften schnell abgelöst wird, um nach Ueberschreiten derselben sofort wieder mit dem Wagen verbunden zu werden.[2]) Die Mannschaft muss ferner die manuelle Fertigkeit be-

1) S. Tissandier, En ballon pendant le siège de Paris, pag. 114.

2) S. auch Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. II, Major Buchholz, Anforderungen an Militär-Ballons und ihre Ausrüstung, pag. 98.

itzen, kleinere Schäden des Ballons bald ausbessern zu können. Man wird in Folge dessen, entsprechend den Aërostiers der ersten Republik, geeignete Handwerker zum Personal heranziehen. Diese Leute müssen von Charakter ruhig und kaltblütig sein, wenn sie auch zu Luftschiffern selbst herangebildet werden sollen. Fernerhin ist dann eine gewisse turnerische Gewandheit nöthig, damit sie mit Sicherheit in den Lüften manövriren können.

Dass auch das beobachtende Personal, welches ausschliesslich aus Officieren besteht, einer speciellen Ausbildung bedarf, ist leicht einzusehen und wird durch die Erfahrung vollkommen bestätigt.[1]) Der Ballon ist den meisten Menschen ein ungewohntes Observatorium. Das Gefühl des fremdartigen in Verbindung mit der Unkenntniss seines Wesens muss in dem Beobachter die Empfindung der Hilfslosigkeit erwecken und somit ihn beunruhigen und seine Beobachtungen nachtheilig beeinflussen. Wenn also die Aufmerksamkeit desselben eine ungetheilte sein soll, muss er den ihn tragenden Ballon kennen, er muss sich in dem Korbe heimisch fühlen und genau wissen, was zu thun ist, wenn ein schlimmer Zufall eintritt. Diese Gewöhnung des Beobachtungspersonals wird auch noch aus einem anderen Grunde erforderlich. Dasselbe soll sich schnell im Terrain orientiren und, da die Terraingegenstände von oben betrachtet einen theilweise ganz anderen Anblick gewähren, das unten weit erscheinende beispielsweise von oben gesehen näher erscheint, wird auch hierin eine Vorübung von Vortheil sein.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, dass selbst Leute, die als muthig bekannt sind, eine Abneigung davor besitzen, den Korb eines Ballons zu besteigen. Ein Beispiel hierfür erzählt uns Tissandier aus dem Kriege 1870. Als er damals vor Le Mans sich mit einem Ballon dem General Chanzy zur Verfügung stellte, fragte dieser seinen Adjutanten, ob er nicht einmal auffahren wollte. „Moi foi, General," erwiderte darauf dieser Officier, „je vous repondrai franchement: Non — Envoyez moi contre des canons, j'irai sans sourciller. Mais les ballons ne sont pas mon affaire!"

---

1) S. den Brief General Mac Clellan's.

2. Die militärische Verwendung gefesselter und freier Ballons.

A. Recognoscirungs-Ballons.

Wenn jedes Armeecorps, wie in Frankreich, einen Ballontrain, der mit mehreren Ballons ausgerüstet ist, besitzt, wird dies zum Recognoscirungsdienst für den Feldkrieg genügen. Hier braucht ihn nur der Armeegeneral und vielleicht kann dieser ihn auch nur in dem Specialfall einer abwartenden Defensivstellung zur Anwendung bringen. Es versteht sich von selbst, dass sein Standort alsdann sich möglichst in der Nähe des Stabes befindet oder wenigstens durch telegraphische Leitung mit diesem verbunden wird.[1]) Der Ballon ist nur im gefesselten Zustand verwendbar und muss ausser Gewehrschussweite gehalten werden. Im Festungskriege würde man mit so wenigen Ballons nicht auskommen. Angriff sowohl wie Vertheidigung müssen mehrere Stationen aufstellen. Dabei empfiehlt es sich für ersteren so nahe als möglich an die Befestigungen heranzugehen[2]) und die Sicherheit des Ballons gegen Geschosse durch seine Höhe vorzusehen. Die Arbeiten zur Füllung, und das weite Vorschieben der Aufstellung kann nur unter dem Schutze der Dunkelheit geschehen. Die Ballons müssen auch vor Tagesgrauen aufgestiegen sein und können erst mit eintretender Nacht wieder herabgezogen werden. Die ganze Zeit hindurch müssen die Beobachter im Korbe verweilen. Die Stelle, an welcher das Kabel des Ballons am Erdboden befestigt ist, wird naturgemäss vom Beginn der Dunkelheit an unter Geschützfeuer gehalten werden. Es folgt daraus, dass sein Herabziehen am vorgeschobenen Standorte selbst nicht stattfinden darf. Vielmehr muss er in der Höhe, in welcher er sich befindet, transportirt werden. Das weite Vorschieben der Ballons in dieser Art wird zwar für die Beobachter mitunter verhängnissvoll werden: ein plötzlich auf-

---

1) Tissandier, En Ballon pendant le siège de Paris, pag. 284.

2) Der Autor des Artikels „Les ballons et leur emploi a la guerre" im „Bulletin de la réunion des officiers" hält die Entfernung von 3 km für eine für Beobachtung und Sicherheit des Ballons zweckentspechende.

tretender heftiger Wind kann den Ballon gerade nach dem Feinde zu so tief niederdrücken, dass es ein leichtes wird, ihn zu zerschiessen. Immerhin gilt aber auch für den Ballon der Grundsatz, dass man um so besser sieht, je näher man sich dem zu beobachtenden Objecte befindet. Der Einfallwinkel des Auges wird durch das nahe Herangehen steiler und die Chancen, etwas zu sehen, werden auch bei unklarer Luft grössere. Der Vortheil, welcher hierdurch erzielt werden kann, befindet sich daher in keinem Verhältniss zu dem Nachtheil, der entsteht, wenn einmal ein Ballon herunter geschossen wird und die Beobachter desselben umkommen, vorausgesetzt, dass Ersatz an Material und Personal genügend vorhanden sei. Auch die Vertheidigung wird ihre Ballons soweit als möglich vorschieben. Sie ist früher zur Stelle als der Angreifer, kann letzteren demnach in der Anmarschrichtung auf der wahrscheinlichen Angriffsfront erwarten. Wenn sich die Cernirung vollzogen hat, treten die Ballons in oder hinter die Frontlinie zurück. Für das Herabziehen gilt dasselbe, was darüber beim Angriff erwähnt wurde. In mondhellen Nächten wird es ohne Verluste nur dann stattfinden können, wenn für das Heranrücken und Abrücken der transportirenden Mannschaften Laufgräben geschaffen sind.[1]) Bei dieser einleitenden Thätigkeit des Kampfes muss die Vertheidigung mit der grössten Sparsamkeit zu Werke gehen. Die Zahl der beobachtenden Ballons richtet sich nach der Grösse der Festung und nach der durch die Klarheit der Luft bedingten Auseinanderstellung derselben. Die Thätigkeit der Beobachter wird sich zunächst nur auf die Bewegungen der Truppenkörper und Trains und deren Stärke beschränken; die Festungsartillerie muss hiervon benachrichtigt und in den Stand gesetzt werden, auch solche, die auf vor Sicht gedeckten entfernten Wegen marschiren, erfolgreich beunruhigen zu können. Auf Seite des Angriffs bezwecken die ersten Auffahrten nur eine Recognoscirung über den Zustand und die Besetzung der Festungslinien, um auf Grund dessen die Angriffsfront zu bestimmen.

Die umfassendste Verwendung steht dem Ballon wohl auf beiden Seiten während der artilleristischen Kampfperiode, zum Beobachten des Schiessens, in Aussicht. Die Ziele liegen heutzutage meist versteckt und der moderne Artillerist ist von dem Grundsatze abgegangen, dass er ihre Deckung erst zerstören müsse (s. von Sauer); er trachtet neuerdings vielmehr danach, die Deckungen zu überschiessen. Ohne ein

1) Siehe die ambulante Verwendung der Ballons im Kriege der Tripleallianz gegen Paraguay, Theil I, S. 176.

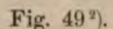
Mittel, seine Schüsse zu beobachten, würde aber ein Erfolg immerhin zweifelhaft sein. Dieses Mittel soll ihm der Ballon bieten. Es folgt daraus, dass je nach der Zahl und Dislocation der verwendeten Mörser- und Haubitzenbatterien eine grössere Anzahl Ballons nothwendig werden wird. Nebenbei wird dann immer noch die Beobachtung der fortificatorischen Massnahmen, sowie die von Anzeichen etwaiger Sturmangriffe resp. Ausfälle stattfinden müssen. Der Angreifer kann sich über den Zustand in der Festung selbst sehr gut durch freie Fahrten über diese hinweg überzeugen. Dabei lässt sich dann auch in sehr umfangreicher Weise der Ballon technisch verwerthen.

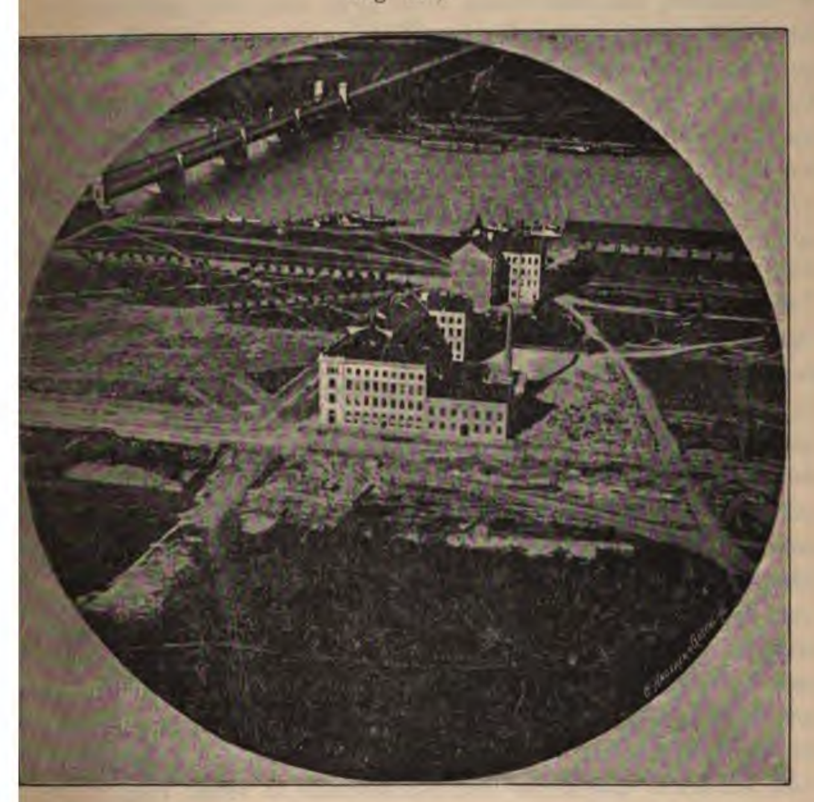
B. Ballon-Photographie.

Die ersten Versuche in dieser Beziehung wurden 1859 von Nadar vor der Schlacht von Solferino gemacht; sie misslangen jedoch vollständig. Bessere Erfolge sollen im nordamerikanischen Bürgerkriege errungen worden sein. Nadar setzte aber seine Versuche weiter fort und konnte mit einer 1866 gefertigten Aufnahme, welche allerdings nicht reproductionsfähig war, beweisen, dass die Ballon-Photographie unter Umständen möglich sei. Aus den Balloncaptivs von Giffard wurden 1868 von Nadar von 200 m Höhe aus und 1878 von Dragon von 500 m Höhe aus Aufnahmen gemacht, indess entsprachen auch diese immer noch nicht den Erwartungen. Erst der Erfindung der schnell wirkenden Trockenplatten war es vorbehalten, der Photographie nicht allein auf der Erde eine weitere Verbreitung zu verschaffen, sondern sie auch erfolgreich auf die Verwendung im Luftballon ausdehnen zu können. Die ersten Aufnahmen mit Bromsilber-Gelatine-Platten wurden 1880 durch Paul Desmarets am 14. Juni bei Rouen vom Ballon „Gabriel“ aus gemacht. Trotzdem die Zeit schon auf $6^1/_2$ Uhr Abends vorgerückt war, gelangen die Bilder noch vollständig. Desmarets bediente sich zur Aufnahme eines Aplanats von Derogy, 21 : 27 cm mit einer Brennweite von 29 cm. Der Momentverschluss war elektrisch auszulösen und gestattete eine Exposition bis zu $^1/_{20}$ Secunde. Die erste Aufnahme erfolgte bei 1100 m, die zweite bei 1350 m Höhe; der Ballon hatte dabei eine Geschwindigkeit von 6 bis 7 m pro Secunde. Bei der kürzesten Exposition durchlief er demnach 35 Centimeter, das entspricht der äusserst geringen Verschiebung von 8,13". Die Bilder waren demnach vollkommen scharf.[1])

1) S. L'Aéronaute 1880, pag. 231, 1881, pag. 10 mit Abbildung.

Auch die hierauf folgenden Versuche vom Premierlieutenant von ıudi im Eisenbahnregiment zu Berlin 1883, von Cecil V. Shadolt ondon 1884, von Tissandier in Paris, von v. Siegsfeld in Berlin von Silberer in Wien 1885 haben zum Theil recht gute Auf- nen ergeben und damit bewiesen, von welcher Bedeutung diese nik bei rationeller Ausbildung für militärische Verhältnisse werden ı[1]). Man kann zweierlei Arten der Aufnahme unterscheiden, näm-


Fig. 49[2]).



eine, die die Anschauung des Terrains bietet, wie sie der Luft- ffer empfängt, wenn er über den Korbrand in die Ferne blickt, und

1) S. Bulletin de la réunion des officiers 1885, pag. 419 (mit Abbildung). — éronaute 1885, pag. 150 (mit Abbildung). — Allgemeine Sport-Zeitung, Wien, . 1885, pag. 895. — Le spectateur militaire 1880, pag. 253.

2) Das Cliché wurde dem Verfasser von Herrn Victor Silberer in sehr lliger Weise zur Verfügung gestellt.

eine, die das direct unter dem Ballon befindliche Terrain nach Art eines Planes wiedergiebt; erstere giebt uns eine Ansicht aus der Vogelperspektive, von der das in Figur 49 dargestellte, nach einer Ballon-Photographie von Victor Silberer gefertigte Bild, eine Vorstellung geben mag. Die auf der Platte sichtbaren Feinheiten der Details sind auf dem Cliché gar nicht wiederzugeben. Die Abbildung stellt im Vordergrunde den Wiener Prater vor, weiter nach hinten sieht man den Donaudurchstich mit der Kronprinz Rudolf-Brücke und dem Schiffslandungsplatze. Es ist erkennbar, dass der Ballon noch nicht sehr hoch gewesen ist; nach den gefälligen Angaben Victor Silberer's hatte derselbe bei dieser Aufnahme auch erst 150 m Höhe erreicht. Bei so geringer Höhe scharfe Aufnahmen zu erzielen, ist nur bei gutem Lichte, sehr kurzer Exposition und vorzüglichem Material möglich. Silberer hat sich dabei in der That noch einen andern Umstand zu Nutze gemacht. Es hat nämlich bei dieser Fahrt, die am 17. September 1885 stattfand, die Aufnahme während der Auffahrt vollzogen, wobei also die horizontale Fortbewegung des Ballons noch ziemlich gering ist, die verticale aber durch Verkleinerung des Verschiebungswinkels nur günstig wirken kann. Als Objectiv diente ihm, wie allen deutschen Ballon-Photographen, ein lichtstarkes Aplanat von Steinheil. Von grösserer militärischer Wichtigkeit sind die unter senkrechtem Winkel aufgenommenen Bilder, welche das Terrain in Gestalt eines äusserst detailirten Planes wiedergeben und eine leichte und schnelle Orientirung möglich machen. Major Elsdale und Templer, die Chefs der englischen Militär-Aëronautik, haben sich einen besonderen Apparat patentiren lassen, welcher an einem kleinen Ballon captiv befestigt aufgelassen und mit Hilfe elektrischer Drähte vom Erdboden aus gehandhabt wird. Ebenderselbe Apparat ist auch für freifliegende Ballons eingerichtet worden und hat alsdann eine automatisch functionirende Wechselcassette und einen ebensolchen Momentverschluss.[1]) Das Massstabsverhältniss der Aufnahmen ist nach der Grundformel für Linsen sehr leicht zu ermitteln. Ist f die Brennweite, b die Bildweite und d die Gegenstandsweite so erhält man:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{d}.$$

Daraus ergiebt sich, wenn Brennweite und Bildweite bekannt sind:

$$d = \frac{f - b}{bf}.$$

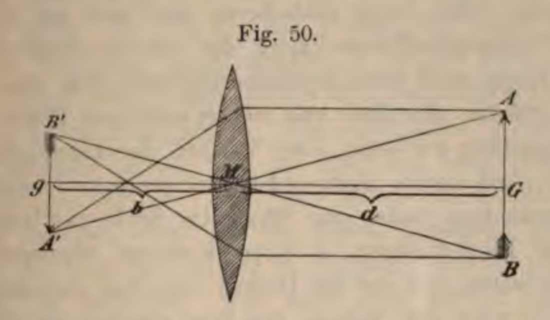
1) S. Yearbook of Photography for 1884, 1885.

t auf diese Weise d errechnet, so findet man den Massstab auf Grund er Aehnlichkeit der Dreiecke MAB und $MA'B'$ (Fig. 50). Es verhält ich danach:

$$b : d = g : G \text{ oder } x = \frac{g}{G}.$$

s ist bemerkenswerth, dass diese photographische Methode auch zur enauen Controle der barometrischen Höhenmessungen im Ballon Ver-

Fig. 50.



wendung finden kann und demzufolge auch einen allgemein wissenschaftlichen Werth besitzt.

Der Zweck der militärischen Ballon-Photographie ist aber ein viel weitergehender. Sie soll zur Anfertigung genauer Pläne, namentlich solcher von belagerten Festungen dienen. Den Gedanken, die Ballon-Photographie zur Photogrammetrie behufs Landesaufnahmen zu verwerthen, hatte bereits der König Victor Emanuel von Italien kurz nach seinem Regierungsantritt. Indess ergaben damals die von Negretti aus London geleiteten Versuche keine hervorragenden Resultate.[1]) Neuerdings beschäftigt sich v. Siegsfeld in Berlin speciell mit dieser Technik und es ist wohl nur dem Mangel an den Erfordernissen Rechnung tragenden Auffahrten zuzuschreiben, wenn seine Bemühungen noch nicht von dem Erfolge begleitet sind, welchen die Vorversuche als sichergestellt gelten lassen. Zu derartigen Aufnahmen gehört zunächst ein entsprechend construirter Apparat, der, in einem kardanischen Gehänge befindlich, sich leicht nach jeder Richtung stellen lässt und die dabei gemachten Neigungen und Drehungen genau abzulesen gestattet. Die Bildweite muss fernerhin an einem an der Kamera angebrachten Massstabe abzulesen, und die Einstellung mit Hilfe eines mit Objectiv (von gleicher Brennlänge mit dem der Kamera) ausgerüsteten Suchers schnell

1) S. A. Sircos et the Pallier, Histoire des ballons, pag. 427.

ausführbar sein. Von Bedeutung für die Zukunft ist bezüglich Photogrammetrie das neuerfundene Negativ-Papier sowie die Rollcass von Eastmann-Walker in New-York. Vermittelst dieser wird möglich, hintereinander ohne Wechsel der Cassette 24 Expositionen machen, und es liegt auf der Hand, dass sich ihre Zahl bei gering Abänderungen der Construction noch vergrössern lässt.

Dieser Apparat scheint in der That für die Ballon-Photograp erfunden zu sein, denn etwas einfacheres lässt sich gar nicht denk als eine Rolle lichtempfindliches Papier, die sich mit Hilfe einer mec nischen Vorrichtung nach einer gegenüberliegenden hin, dem Willen Photographen gemäss, abwickelt und hierbei stets eine Fläche in Platt grösse zur Exposition darbietet. Der Vortheil der Leichtigkeit und zerbrechlichkeit darf zudem nicht unbeachtet gelassen werden. Von erwähnten Operateuren hatten nur Shadolt, Silberer und v. Sie feld besondere Einrichtungen an ihren Kameras vorgenommen. beiden ersteren hatten nur auf das Drehen derselben gerücksichtigt, terer hatte aber auch das Messen der Winkelstellungen derselben obachtet.

Die Photogrammetrie ist vom Ballon aus sehr einfach, wenn einen rationell construirten Apparat besitzt. Es bedarf nur der nahme eines und desselben Bildes von zwei verschiedenen Punkten die Notirung aller Winkelstellungen des Apparates und ein Bestim der Basis der beiden Aufnahmen. Ermittelt man die genaue natürl Grösse eines Objectes auf den Bildern oder die Geschwindigkeit Fahrt, so wird sich daraus leicht die Basis errechnen lassen.[1])

C. Ballon-Signalwesen.

In Frankreich, Russland und England wird der Ballon captiv a zum Signalisiren auf weite Entfernungen in der Nacht verwendet. Hi wurden von den Aërostiers der ersten Republik bereits farbige Mont fieren im Nachtgefechte zu Kaiserslautern (20. Sept. 1794) gebrau Bis auf die neueste Zeit ist später nichts mehr über eine derar nächtliche Telegraphie bekannt geworden.

---

1) Ueber die Herstellung der Messtischplatten nach diesem Verfahren Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens 1876. „An dung der Photographie zu militärischen Zwecken“ von Lucian Mikiew pag. 632.

Den ersten Hinweis auf das Anbringen einer elektrischen Lampe im Ballon zu besagtem Zweck giebt de Fonvielle, im Anschluss an einige von Eugène Godard angestellte Versuche mit buntem Licht, in seinem 1869 zu Paris erschienenen Buche „La science en ballon". Die elektrischen Signalballons wurden auch in Frankreich zuerst probirt und eingeführt. Im Jahre 1884 construirte ebendieselben in Russland der Capitän Kosztowits und, da sich die Apparate beim Flottenmanöver bewährt haben sollen, sind sie seitdem dort der Marine und den Festungen zugetheilt worden. Im August 1885 wurden von einem gewissen Eric Bruce diese bekannten Signalversuche in London zum ersten Male gezeigt. Der Ballon macht beim Glühen des elektrischen Lichtes den Eindruck einer hellen Mondscheibe. Das Signalisiren geschieht durch die nach oben gehende Leitung von der Erde aus nach dem Morse-Alphabeth. Striche und Punkte sind nur durch die Zeitdauer der Lichterscheinung unterschieden. Ist der Ballon genügend gross, hoch und transparent, so sind die Zeichen in dunklen Nächten auf weite Entfernungen hin zu erkennen. Man kann auch mittelst einer Bogenlichtlampe mit Reflector oben vom Ballon aus optische Signale geben. Solche heben sich dann vom Himmel gleich einem Zodiakal-Lichte ab.

D. Der Ballon als Waffe.

Der Gedanke, den Ballon als Angriffswaffe zu benutzen, liegt so nahe, dass er fast gleichzeitig mit seiner Erfindung auf die Welt kam. Eine grosse Anzahl militärischer Autoritäten sprachen sich dahin aus, dass man nunmehr von oben herab den Feind mit Geschossen und Feuerkörpern überschütten könnte. Wie aber dieser Gedanke in damaliger Zeit beurtheilt wurde, geht aus folgender Stelle des von dem preussischen Ingenieur-Officier J. C. G. Hayne verfassten Buches „Versuch über die neuerfundene Luftmaschine des Herrn von Montgolfier, Berlin 1784" hervor:

„Wir leben in einem Zeitalter, wo disciplinirte Armeen solche Mordbrennereien nur im höchsten Nothfalle auszuüben sich berechtigt glauben und, da auch hier der Nachtheil für zwei kriegführende Mächte für beide Theile immer gleich bliebe, so möchte ich beinahe gewiss behaupten, dass, wenn der Gebrauch dieser Maschine allgemein angenommen wäre, die Regenten verschiedene Artikel deswegen im Natur-Völker- und Kriegs-Rechte einrücken würden, wodurch man dem Gebrauch oder vielmehr dem Missbrauch dieser Erfindung die nöthigen Schranken setze,

und so würde man von beiden Seiten in einem Kriege bald überdrüssig werden, sich wechselseitig die Magazine zu Grunde zu richten, da zuletzt kein Theil dabei gewänne und beide Mangel leiden müssten.“

Nun, die Ansichten haben sich seit jener Zeit bedeutend geändert: wenn man irgendwie dem Feinde ein Magazin zerstören kann, thut man das von Herzen gern und fragt nicht danach ob einem dasselbe Leid zugefügt wird; es kommt eben darauf an, wer darin die meiste Geschicklichkeit bekundet. Wenn man aber solche Mord- und Brandmittel völkerrechtlich verbieten wollte, könnte man das mit nicht weniger Berechtigung bezüglich der Verwendung des Schiesspulvers oder gar aller Schusswaffen.

Die Lufttorpedos werden zweifellos noch eine Zukunft haben. Sie können sich indess erst entwickeln, wenn die Aëronautik selbst in der Technik die nöthigen Fortschritte gemacht hat. Dass man sich mit ihnen in Meudon bereits zur Zeit der ersten Republik beschäftigte, geht aus folgendem Bericht von Thomas Bugge[1]) hervor:

„Als das Wettrennen geendigt war (am Neujahrsfeste des siebenten Jahres), marschirte das aërostatische Corps von Meudon mit einem Ballon 31' im Diameter auf; selbiger war an Stricke gebunden und schwebte 130—150' hoch in der Luft. Er ward mit seinem Boote, in welchem ein aërostatischer Officier sass, rund um das Marsfeld geführt. Mitten auf dem Platze war eine Art alter Festung oder Redoute von Holz aufgeführt. Als der Ballon gerade über diesem hölzernen Gebäude war, warf der aërostatische Officier eine Kugel hinab, welche ohne Lunte oder Feuer sich von selbst entzündete und die Festung in Brand steckte.“

An Vorschlägen in dieser Richtung hat es in späterer Zeit nicht gefehlt. Erwähnenswerth erscheint der, welchen John Wise dem amerikanischen War-Departement im Jahre 1846 zur Einnahme des mexikanischen Forts San Juan de Ulloa vorlegte. Dieser Luftschiffer wollte einen grossen Captifballon bauen und mit Torpedos und Bedienungsmannschaften belasten. Sein Kabel sollte über eine Meile lang sein und er sollte damit bis über das Fort gelangen, um dann hier seine Bomben allmählich abzuwerfen.[2])

Der erste praktische Versuch wurde von Seiten Oesterreichs während der Belagerung von Venedig 1849 vorgenommen. Es stellte sich nämlich dort der Uebelstand heraus, dass man die Stadt selbst, wegen

---

1) Thomas Bugge, Justizrath und Professor, Reise nach Paris in den Jahren 1798 und 1799, aus dem Dänischen von Tilemann. Kopenhagen 1801.

2) S. Wise, System of Aeronautics, pag. 257. Philadelphia 1850.

ihrer durch die Lagunen geschützten Lage, mit dem Geschützfeuer zum Zwecke eines Bombardements nicht erreichen konnte. Die eigenthümlichen, für eine regelrechte Belagerung schwierigen Verhältnisse liessen aber den Versuch, die rebellische Bevölkerung durch die moralische Einwirkung eines Bombardements zur Aufgabe ihres Widerstandes zu zwingen, durchaus wünschenswerth erscheinen. In Folge dessen kam der später durch die Stahlbronce berühmt gewordene Artillerie-Capitän Uchatius auf die Idee Lufttorpedos zu verwenden. Nachdem Vorversuche, welche auf der Morhaide bei Wien vorgenommen wurden, gute Resultate ergeben hatten, wurden 200 dieser neuen Geschosse angeertigt und alsbald nach Venedig abgesandt. Am 22. Juni wurden iese Torpedoballons aufgelassen, aber man hatte Unglück an dem beeffenden Tage. Ein Augenzeuge berichtete über diesen Versuch folendermassen[1]):

„Man machte einen Versuch mit Hilfe von Luftballons Bomben uf die Stadt zu schleudern. An diesen Ballons waren Bomben beestigt, welche sich in einer gewissen Höhe loslösten und bei ihrem Ierabfallen zersprangen. Es war das natürlicher Weise nur ein Veruch, auf den wir keine grossen Hoffnungen bauten; allein bei einem o schwierigen Unternehmen, wie die Belagerung Venedigs, durfte nichts ernachlässigt werden; denn wie manche Erfindung, die man anfangs ls kindisch und phantastisch verlachte, hat sich in der Folge bewährt. inige Hundert dieser Ballons waren von Wien eingetroffen; da aber m diese Zeit ein beständiger Seewind wehte, konnten sie vom Lande us nicht steigen und man brachte sie auf ein Schiff. Von hier aus ess man die Bombenballons steigen, die anfangs unter dem Volke von enedig Bestürzung verbreiteten. Einige Ballons erreichten ihre Beimmung, allein der grösste Theil fiel in das Wasser; so verlor sich ald die Furcht, die sie eingeflösst hatten. Bei der verhältnissmässig eringen Anzahl von Schiffen konnten wir diesem Experiment nicht die ehörige Aufmerksamkeit widmen, da alle unsere Schiffe bei der strengen lokade in steter Bewegung sein mussten. Wir sind aber nicht der einung, dass man die Sache als eine blosse Träumerei behandeln sollte.“

Es scheint danach als ob die Auslösungsvorrichtung zu früh funconirt hätte oder als wenn die Luftströmung oben eine entgegenesetzte war.

---

1) Erinnerungen eines österreichischen Veteranen aus dem italienischen riege 1848/49, S. 306. Stuttgart und Tübingen 1852.

Für letzteres spricht auch der Umstand, dass mehrere Schriftsteller davon reden, die Ballons hätten die Belagerer selbst gefährdet, indem sie zurückgekommen wären und weiterhin, dass man den Versuch nicht wiederholte. Eine Bombe soll genau in das Fort St. Marino gefallen und dort krepirt sein. Der Versuch bietet immerhin den Beweis der Möglichkeit eines derartigen Kriegsmittels und der Ueberwindbarkeit aller aus seiner Vorbereitung sich ergebenden Frictionen.

Auf Grund dieser Resultate wurden 1854 zu Vincennes in Frankreich Versuche gemacht, welche eine Combination der Ideen von Uchatius und Wise darstellten. Ein Officier nämlich hatte sich eine elektrische Auslösungs-Vorrichtung erdacht und wollte nun den am elektrischen Draht gehaltenen Captivballon mit Torpedo über das zu zerstörende Object vom Winde treiben lassen und alsdann zu rechter Zeit die Loslösung bewirken. Die Versuche wurden der Kosten wegen und weil auch sonst nur wenige für die Verwirklichung derselben eintraten, bald aufgegeben.[1])

Eine Idee aber, welche den Kern eines so erheblichen Nutzens als Kriegsmittel in sich trägt, geht nicht unter. Jedes Kriegsjahr bringt sie wieder hervor, leider aber nicht in verbesserter Form. Während der Belagerung von Paris machte auch ein Chemiker dem Vertheidigungs-Comité den Vorschlag, unsere Belagerungs-Armeen mit Bombenballons zu beunruhigen. Das kam freilich dem Comité lächerlich vor und auch das Artillerie-Comité, von welchem man zu Versuchszwecken einige Bomben haben wollte, sprach sich nicht günstig darüber aus. Man wollte aus Furcht vor analogen Repressalien ein derartiges Mittel nicht anwenden, weil man sich wohl überlegte, dass seine Wirkung für den Belagerten selbst viel unangenehmere Folgen haben und somit die Uebergabe schneller herbeiführen könnte.[2])

Seit jener Zeit sind noch mehrere bezügliche Projecte aufgetaucht, von denen hier nur der Rodeck'sche Lufttorpedo (D. R. P. Nr. 22956 und Nr. 25702) Erwähnung finden mag. Rodeck hat drei Typen aufgestellt, die eine (Fig. 51) ähnelt dem französischen Versuch und beruht auf elektrischer Auslösung. Der Mechanismus derselben ist sehr einfach. Eine Federtrommel wird in ihrer Spannung durch eine Sperrklinke, die in ein an ihrer Begrenzung befindliches Zahnrad eingreift, gehalten.

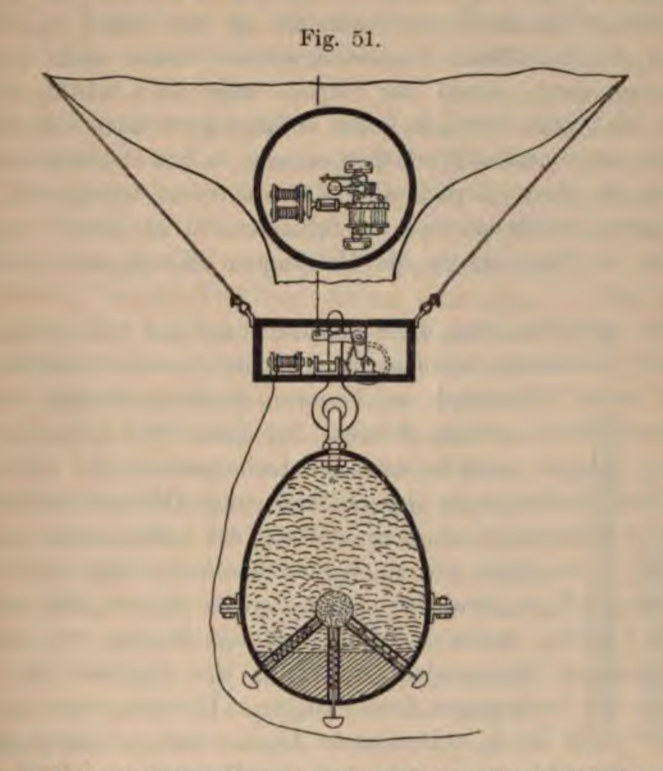
---

1) Sircos et Pallier, Histoire des Ballons. pag. 424.

2) M. Ernest Saint-Edme, La science pendant le siège de Paris. Paris 1872.

Letztere ist in zwei Lagern verschiebbar und kann durch einen Elektromagneten ausgelöst werden. Die Trommel hat ausserdem an einer Begrenzung eine Scheibe mit abgeschnittenem Segment. An dieser Scheibe findet der eine Schenkel eines Winkelhebels seine Anlage, während auf

Fig. 51.



dem freien Schenkel die Oese des Torpedos aufliegt. Dreht sich nun die Trommel mit der Scheibe, nachdem durch Stromschluss die Sperrklinke von dem Elektromagneten zurückgezogen ist, so muss der Winkelhebel, sobald der an der Achse liegende Schenkel an dem Ausschnitt vorbeigleitet, eine Drehung machen und damit den Torpedo abstreifen. Bei einer zweiten ganz freien Type hat Rodeck ein Uhrwerk angewendet, welches ähnlich denen der Höllenmaschinen nach einer regulirbaren Zeit abläuft.

Endlich schlägt Rodeck noch eine andere Auslösungsart vor, welche wohl als die einfachste und beste betrachtet werden kann. Bei dieser wird die Verbindung durch die bekannten Magdeburger Halbkugeln hergestellt. Die eine befindet sich am Torpedo, die andere am Ballon,

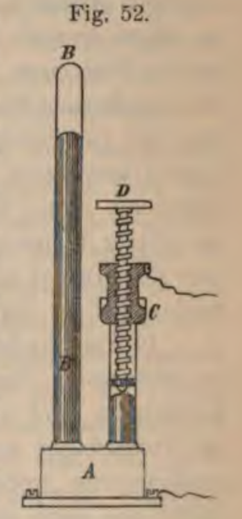
Letztere besitzt eine Schlagscheibe aus Kupferblech oder Marienglas. Ueber dieser befindet sich ein Cylinder mit Spiralfeder und Schlagbolzen. Das Ende des Schlagbolzens ist mit einer Schnur verbunden, die über Rollen die Verbindung mit dem Auffahrtsorte vermittelt. Auf einer dieser Rollen befindet sich auf der Schnur gleitend ein scharfes Sperrklinkenmesser. Geht der Torpedo weit fort, so wird durch das Gewicht der Schnur die Spiralfeder des Schlagbolzens immer mehr gespannt. Schneidet man dann, sobald der Torpedo über einen wichtigen Punkt gelangt ist, die Schnur durch, so findet in Folge der Gewichtserleichterung die Reaction der Spiralfederkraft statt, welche, da das Sperrklinkenmesser die Schnur bei ihrem Zurückrollen durchschneidet, alsdann so plötzlich und kräftig stattfindet, dass die Schlagscheibe durchbohrt wird und der Torpedo in Folge der in die Halbkugeln eindringenden Luft sich loslöst.

Es ist unleugbar, dass diese Constructionen gut erdacht sind und gewiss auch functioniren würden; sie scheinen aber auch wiederum von vornherein soviel Uebelstände zu besitzen, dass sie vorläufig von der Praxis ausgeschlossen werden müssen. Der ersten Type gegenüber muss in Betracht gezogen werden, dass der Leitungsdraht, die elektrischen Batterien oder Maschinen ein Gewicht und einen Aufwand an Kraft und Zeit zu ihrer Aufstellung erfordern, der mit der unbestimmten Aussicht auf Wirkung in durchaus keinem Verhältnisse steht. Die zweite, sich selbst überlassene Type, hinwiederum kann, wie die östreichischen Torpedoballons vor Venedig, ein zweischneidiges Messer werden. Um ein derartiges Instrument anzuwenden, muss erst die Prognose für Windbewegungen eine bestimmtere Basis erhalten. Die beste und auch für heutige Zeit schon Erfolg verheissende Art, ist die mit dem Bindfaden. Das ist kein Gewicht und ist nebenbei ohne Umstände mitzuführen und auch überall zu finden. Nur leidet auch diese Type wieder an dem Uebelstande, dass man sie nicht herunterholen kann, falls sie in Folge widriger Windströmungen ihr Ziel nicht erreicht. Ist einige Spannung vorhanden, so wird immer das Sperrklinkenmesser die Schnur nicht ohne Schnitt zurücktreten lassen. Das macht, wenn auch beim Herabziehen der Zug vielleicht bleibt, die Manipulation mit diesem Instrument immerhin in solchem Falle zu einer sehr gefährlichen.

Rodeck hat diese Nachtheile wohl herausgefühlt und daher auch den Vorschlag gemacht, Torpedoballons durch einen gewöhnlichen freien Ballon zu begleiten und von diesem aus die Loslösung vorzunehmen. Dem gegenüber lässt sich gewiss Nichts einwenden, es dürfte die einzige

in, wie zur Zeit der Luftschiffer ungestraft schwere Körper
ie unter ihm befindliche Festung etc. auswerfen könnte. Alle
k'schen Ballontorpedos sind so eingerichtet, dass sich mit der
ıng ihr Ventil öffnet, damit sie unbeschadet wieder herabkommen
m erneuten Male gebraucht werden können. Bei der freifliegenden
vill er ferner, um die Sicherheit zu gewinnen, dass er in einer
nten Höhe verbleibt, den Meissel'schen Höhenregulalor in An-
ıg bringen. Derselbe besteht aus einem Quecksilberbarometer
2) in Gestalt zweier durch ein Gefäss *A* verbundener communi-
r Röhren *B* und *C*; das lange Rohr *B* ist aus Eisen, das kurze
Glas. Letzteres hat als Abschluss oben einen mit Muttergewinde
ınen Kopf, in dem die Spindel *D* beweglich ist. Letztere ist
hohl, um die Verbindung des Quecksilbers
rometer mit der Luft herzustellen. An dem
sowohl wie an dem Gefäss *A* befinden sich
schrauben zum Einschalten von Drähten.
det man diese mit einer elektrischen Batterie,
l, sobald die Quecksilbersäule die Spindel be-
der Strom geschlossen und eine kleine
-magnetische Maschine in Bewegung gesetzt,
Kraft zum Oeffnen des Ventils resp. (nach einer
ng des Apparates) der Ballastbehälter hinreicht.
Man übt nur Gerechtigkeit aus, wenn man
ɔtet, dass die Projecte des Ingenieurs Ro-
wohl überlegt und dadurch dem grössten
derjenigen seiner Vorgänger und Nachfolger
gen sind. Sie basiren nicht allein auf Theorie,
n auch auf Praxis in der Aëronautik, es
gelt ihnen allein zuweilen die richtige Be-
ung der Verhältnisse des Krieges. Viel unvollkommener ist der im
1885 veröffentlichte Lufttorpedo F. A. Gower's (D. R. P. Nr. 31921).
automatische Auslösung beruht, wie bei den vor Venedig ver-
n von Uchatius, auf dem langsamen Abbrennen einer Zünd-
. Seine Tropedoballons oder Ballonbatterien, wie der Erfinder sie
sind auch vollkommen frei, sich selbst überlassen. Gower sieht
enfalls die Nothwendigkeit ein, dass der Ballon in einer bestimmten
verbleiben muss und will die selbstthätige Regulirung desselben,
hend von Meissel, auf Grund der Expansion und Contraction
aggases und der dadurch veranlassten Formen-Veränderung des

Fig. 52.



Gasvolumens bewerkstelligen. Er stellt die richtige Behauptung auf, dass im ersteren Falle die Verticalachse des Ballons kürzer, im anderen länger wird und glaubt, dass ein bestimmter Abstand zwischen oberem Ventil und Korbboden einer bestimmten Expansion und folglich einem constanten Luftdruck entspricht. Störungen könnten dann nur durch Wärme-Einflüsse entstehen. Diese aber sollen durch abwechselndes selbstthätiges Oeffnen und Schliessen des Gasballons resp. des Ballastbehälters ausgeglichen werden. Zu dem Zweck hat der mit flüssigem Ballast gefüllte Kasten im Boden ein nach oben sich öffnendes Klappenventil, welches durch eine Leine mit dem Scheitelpunkt des Ballons verbunden ist. Ferner geht von dem oben befindlichen sich nach innen öffnenden Ballonventil eine zweite Leine nach dem Ballastkasten, welche, so lange der letztere im richtigen oder darüber hinausgehenden Abstande vom Scheitel hängt, einer Feder, die das obere Ventil zu öffnen bestrebt ist, das Gleichgewicht hält. Die Erfinder haben nun in der That einen Irrthum begangen, welche meinen auf diese Weise das annähernde Schwimmen des Torpedos in derselben Höhenzone auf diese Art zu erreichen. Sie machen gerade dadurch, wie aus dem vorigen Kapitel hervorgeht, den Ballon recht labil und befördern den schnellen Verbrauch seiner Tragkraft, sobald, was mindestens der Fall sein wird, ein öfterer Wärmewechsel während ihrer Fahrt eintritt. Bei einem Versuch den Gower mit Tissandier zusammen am 25. Nov. 1884 zu Paris machte, fiel der Torpedoballon sehr bald auf dem St. Georgplatz nieder.[1])

In Amerika beabsichtigt man von dem von General Russel Thayer zu erbauenden lenkbaren Ballon aus Dynamitbomben herabzuwerfen. Korkkugeln sind von dem französischen Luftschiffer L'Hoste bereits mit Trefferfolgen auf Schiffe im Hafen von Bordeaux vom Ballon aus herabgeworfen worden[2]), schwere Körper aber können von einem freien Ballon nur dann gefahrlos herabgeschleudert werden, wenn die Technik das aërostatische Verhalten des Ballons dabei in der Gewalt behält. Mit den gewöhnlichen Ballons ist dies nur im gefesselten Zustande ausführbar.

Der Werth des Ballons als Waffe ist noch ein sehr unsicherer. Man wird darauf nur dann zurückgreifen, wenn man einen besonderen moralischen Eindruck auf die Bevölkerung einer Festung machen will und die Stadt selbst durch ein Bombardement nicht erreichen könnte.

1) S. La Françe 26. Nov. 1884.
2) L'Aéronaute 1885.

)abei bleibt aber ein gutes aëronautisches Personal, welches mit den ërostatischen und meteorologischen Vorgängen vertraut ist, die Grund-edingung, weil es sonst doch leicht möglich werden könnte, dass die 'orpedos die eigne Armee gefährden. In diesem Falle würden Luft-orpedos bei den grossen Festungen vielleicht erfolgreich verwendet erden können. Es erweckt unzweifelhaft ein deprimirendes Gefühl, irect von oben herab beworfen zu werden. Eine bedeutende Stärkung rhält letzteres dadurch, dass man durchaus nicht beurtheilen kann, wo er fallende Körper aufschlagen wird. Der Vertheidiger kann nur seine ahn verfolgen und sich bemühen ihn herunterzuschiessen, bevor er ber seinem Kopfe erscheint. Der Angreifer dagegen kann unter erücksichtigung der Windrichtung und deren Schnelligkeit ihn an lchen Punkten auflassen, von denen aus seine Fahrstrasse wichtige ebäude etc. kreuzt und kann den Zünder so tempiren, dass er ungefähr er solchen den Torpedo loslöst. Eine Sicherheit der Bewegungen nn eben so lange nicht ein lenkbarer Ballon vorhanden ist, der rpedo-Ballons zu schleppen vermag, nicht beansprucht werden.

Um daher einigermassen Wirkung zu erzielen und andererseits lbst vor Unglück sicher zu sein, wird es sich empfehlen dem Vor-hlage Rodeck's gemäss von freien Recognoscirungsballons Lufttorpedos tschleppen und von den Beobachtern zur rechten Zeit auslösen zu sen.[1]) Derartige Torpedos müssten dann selbstverständlich in der thigen Anzahl aufgelassen werden, ferner leicht herstellbar und nicht kostspielig sein. Beachtenswerth erscheint demgemäss der Vorschlag Fonvielle's sie aus dem Papier der „Cölnischen“ oder der „Neuen eussischen Kreuzzeitung“ zu fertigen, welches sehr dauerhaft sein soll.[2]) ese Papierballons werden einfach zusammengeklebt und nach ihrer rtigstellung gefirnisst. Der Herstellung und Montirung derartiger llons dürften kaum technische Schwierigkeiten entgegenstehen. Die rpedos selbst sind für das Aëronautische der Sache der unwesentlichste nkt. Sie werden gleich den Seeminen mit Contact oder auch mit tzündern versehen. Die Ladungen, welche allgemein für dieselben jectirt werden, bestehen aus Dynamit.

---

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, III, S. 253.

2) S. Le spectateur militaire 1877. S. 271. Der Autor setzt noch hinzu: enverrait parfaitement des bombes dans Cologne ou Berlin, en admettant les es investies comme Paris l'était en 1870—1871.

B. Strategische und gouvernementale Verwendung zu Post- und politischen Zwecken.

In Festungen, welche cernirt sind, war früher der Commandant ganz auf sich selbst angewiesen und konnte, bei der Unkenntniss des Verlaufes der Fortführung des Krieges, die Intentionen seines Herrschers nur in einseitiger Weise nach den ihm ertheilten Instructionen zur Durchführung bringen. Der Ballon in Verbindung mit der Brieftaube giebt ihm erst die Mittel in die Hand, fortwährend über Alles orientirt zu bleiben und mit den Feldarmeen behufs Cooperationen eine beständige Fühlung zu erhalten. Er ist das einzige Werkzeug, welches ihm ermöglicht, Officiere und Beamte mit besonderen Aufträgen nach Auswärts zu entsenden. Im Festungskriege wird ferner mehr als anderswo die Einwohnerschaft mit in die Kriegsaction hineingezogen. Die grösseren Festungen schliessen meist Städte ein, welche einen Sammelpunkt vieler Intelligenz bilden und vornehmlich solche Industrien beherbergen, die an der Herstellung neuer Kriegsmittel zu arbeiten vermögen. Die Zeit der Noth schafft mitunter neue Erfindungen, deren Mittheilung nach Aussen von Werth sein und den Belagerten zur nachhaltigen Unterstützung gereichen kann. Zwei Beispiele aus der Geschichte der Belagerung von Paris werden das Gesagte erläutern.

Gambetta verliess die Capitale, um den neuen Sitz der Regierung in Tours aufzuschlagen und zur energischen Fortsetzung des Krieges, zum Entsatze von Paris von dort aus Neuorganisationen in die Wege zu leiten. Damals entstand die Armee Bourbaki's, welche den kühnen Zug durch das Troue de Belfort nach Deutschland hinein zu unternehmen beabsichtigte, und fernerhin kamen von weit und breit die Freischaaren Garibaldi's herbei. Es wurde durch das Entkommen Gambetta's nicht allein möglich diese und andere Neuformationen auszuführen, sondern auch sie nach einem einheitlichen Plane zu leiten. Man darf daher wohl behaupten, der Ballon habe in diesem Falle strategischen Zwecken gedient. Die höheren Befehle gingen dem Commandanten von Paris durch die mit den Ballons ausgesandten Brieftauben von Tours aus zu. Nur durch die Ballons konnte eine Verständigung über die Zeitpunkte der Ausfälle und den gleichzeitigen Angriff der Entsatz-Armee erreicht worden sein.

Einen ferneren Nutzen hatten die Belagerten dadurch, dass der Photograph Dragon, welcher die Mikrophotographie in Paris auf einen hohen Grad der Ausbild[illegible]bracht hatte, mit seinen Apparaten die

dt per Ballon verliess, um in Tours die für Paris bestimmten Depeen nach seinem Verfahren herzustellen. Die 115,000 officiellen und vaten Depeschen, welche er während dieser Zeit anfertigte, sollen in mma ein Gramm schwer gewesen sein.

Bei einem wachsamen Belagerer bleibt demnach der Aërostat für n Belagerten die „ultima ratio regis“ für den Verkehr mit der Aussenelt. Es kommt dabei, abgesehen von der direct der militärischen Action menden Verwendung noch eine gouvernementale hinzu. Der Commandant hat ausser der Garnison auch die gesammte Einwohnerschaft unter ch und daher auch die Pflicht, bei dieser einen guten Geist zu erhalten, er die Strapazen der Belagerung mit Zähigkeit erträgt. Die Ballonst sollte demzufolge auch dem privaten Gedankenaustausch zugängch sein, und auch dem Bedürfniss der Bevölkerung, etwas von Aussen u erfahren, Rechnung tragen. Für die Zukunft dürften daher Postallons ganz unentbehrlich werden und es erscheint wohl gerechtfertigt, ass man sich im Frieden mit diesem Mittel schon etwas vertraut macht. er Hauptübelstand, welchen Paris seiner Zeit empfand, war der Mangel n einer genügenden Anzahl mässig ausgebildeter Luftschiffer.

Durch Ausstreuen von Nachrichten und Proclamationen ist der rostat auch mehrfach in den politischen Dienst getreten. Er erscheint er hierbei wohl als ein sehr unzuverlässiges Mittel. Seine Anwendung folgte während der Belagerung Mailands im italienischen Kriege 1848/49. Die provisorische Regierung sandte auf diesem Wege ihre revolutionären Aufrufe hinaus, um das Land zum Entsatze Mailands aufzuwiegeln. Auch während der Belagerung von Paris wurden am 30. Sept. von dem von G. Tissandier geführten Ballon „Celeste“ aus, Proclamationen an die eutschen Soldaten herausgeworfen. An demselben Tage wurde auch von Godard ein zu diesem Zwecke gefertigter kleiner Ballon, von dem die Proclamationen nach und nach herabfallen sollten, aufgelassen. Der Apparat functionirte indess schlecht und fiel mit seiner gesammten Ausrüstung in eine unserer Verschanzungen. Auf den Erfolg dieser Schriftstücke bei unseren Soldaten hatten übrigens die Franzosen von Anfang an keine grossen Hoffnungen gesetzt.[1])

---

1) S. En Ballon pendant le siège de Paris von G. Tissandier. Paris 1871, pag. 175.

Kapitel VII.

Ueber die Vernichtung der Kriegsballons.

Nachdem nun nachgewiesen ist, dass Ballons im Kriege dazu berufen sind, den Lebensfunctionen einer Armee zu dienen[1]), tritt die Frage in den Vordergrund, wie lässt sich die hierdurch erzielte Kraftsteigerung einer Partei von der anderen am besten zu Nichte machen. Bei der Neuheit dieser Materie und bei der geringen Anzahl der bis jetzt über sie gemachten Versuche, ist es schwierig, bereits heute darüber irgend eine bestimmte Methode aufzustellen. Auch die kriegsgeschichtlichen Beispiele lassen nur sehr lückenhafte Schlussfolgerungen zu, weil bei den improvisirten Schöpfungen an eine rationelle Organisation und an eine mit der Taktik der anderen Waffen harmonirende Verwendung gar nicht gedacht werden konnte. Aus letzterer aber ergiebt sich in nicht geringem Maasse die Wahrscheinlichkeitsgrösse der Vernichtung dieses neuen Kriegsmittels. Von der taktischen Verwendung des Ballons können allein die Betrachtungen hergeleitet werden, welche die Alternative stellen, kann er zerschossen werden oder nicht. Es steht fest, dass die Ballons der ersten Republik mehrmals ausgebessert werden mussten, weil sie angeschossen waren. Bei der damaligen geringen Tragweite der Gewehre geschah dies aber wohl meist durch herangeschlichene gute Schützen, wenn der Ballon bei Nacht herabgezogen und verankert war. Ein derartiger Fall wird uns wenigstens historisch überliefert.

Vom nordamerikanischen Kriege weiss man nur, dass nach den Ballons geschossen wurde, und man darf wohl annehmen, dass das Herunterschiessen eines solchen auch notirt worden wäre. Es ist beachtenswerth, dass sich bei der langandauernden Verwendung derselben

1) Vergl. v. Scherff, die Lehre von der Truppenverwendung, Berlin 1878.

vor Yorktown und Richmond nichts derartiges ereignet hat. Ein Schiessen nach gefesselten Ballons hat auch in späteren Kriegen, wo solche verwandt wurden, keine Resultate ergeben. Dahingegen hat man einzelne Versuche darüber angestellt, welche, wenngleich sie auch niemals den thatsächlichen Verhältnissen des Krieges entsprechen, immerhin von Interesse sind. Im Jahre 1850 wurde bei Sheerness in England mit einem alten ca. 3000 cbm grossen Ballon (der Ballon „Nassau" des Luftschiffers Green) zum ersten Male ein Schiessversuch veranstaltet. Man war damals unsicher, ob der Ballon beim Auftreffen der Gewehrkugeln nicht bald platzen und plötzlich herabfallen würde. Es ergab sich jedoch, dass erst 60 Treffer, demnach 120 Kugellöcher fähig waren einen derartigen Gasverlust herbeizuführen, um ihn ganz allmählich zum Sinken zu bringen.[1])

Ein weiterer derartiger Versuch wurde am 7. October im Jahre 1870 in Tours gemacht. Man wollte dort wissen, bis zu welcher Höhe Ballons von Chassepotgeschossen noch erreicht werden konnten. Zu dem Zwecke liess man einen gefesselten Papierballon von 4 m Durchmesser an einer Schnur 400 m hoch und von 18 guten Schützen beschiessen. Nach dem Herabziehen fand man ihn von 11 Geschossen getroffen. Bei einer Höhe von 500 m hatte ihn kein Geschoss erreicht.[2])

Im Jahre 1880 wurde dann in England auf Anregung der Belagerungs-Operations-Commission bei Dungeness aus einer achtzölligen Haubitze nach einem 2000 Ellen weiten und 800 Fuss hohen gefesselten Ballon gefeuert. Der erste Schuss blieb erfolglos, beim zweiten crepirte die Granate nahe vor dem Ballon und riss ihn auf. Er brauchte trotzdem noch 15 Minuten um vollständig herabzusinken.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass der bestrichene Raum für gefesselte Ballons, wenn man 500 m als ihre höchste Höhe annimmt, ein sehr grosser ist. Die Flugbahnen der Geschütze gehen meistens weit über 500 m Höhe hinaus. Geht man nun mit dem Ballon so nahe an die feindlichen Geschütze, dass man sich ausserhalb des bestrichenen Raumes ihrer Flugbahn befindet, so ist bei dem Fortschritt der Handfeuerwaffen die Möglichkeit nicht mehr ausgeschlossen, von letzteren getroffen zu werden. Nimmt man aber im unbestrichenen Raum des absteigenden Astes der Flugbahn seine Aufstellung, so wird man so weit

1) S. Royal Engeneers Papers, Vol. XII, New Series, „on the uses of balloons in military operations," by Lieut. G. Grover, R. E.

2) S. En Ballon pendant le siège de Paris von Tissandier. Paris 1871, p. 22. ferner L'Aéronaute 1876, pag. 69.

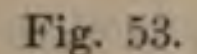
vom Feinde entfernt bleiben, dass man nichts sehen und demnach
nichts nützen kann. Der Ballon wird also im feindlichen Geschütz
bleiben und die Gefahr des Heruntergeschossenwerdens über sich
gehen lassen müssen. In der That dürfte das für den Artilleristen
leichte Aufgabe sein. Die Feldartillerie zumal ist nicht mit den
rialien versehen, welche ein methodisches Vorgehen bei diesem Schi
gestatten. Sie müsste sich mehr oder minder auf den Zufall verl
und würde am vortheilhaftesten dazu den Schrapnellschuss wählen.
ist schwierig zu beurtheilen, wie die Lage des Schusses zum Ballon
eine Beobachtung zum Einschiessen ist nur in dem Falle möglich, w
das Geschoss vor oder hinter dem Ballonbilde crepirt. Dahinge
könnte die Fussartillerie mit ihren vielen Instrumenten sehr bald
Entfernung des Ballons annähernd ermitteln und mit Hilfe zw
Winkelmessapparate, die mit bekannter Distanz von einander entf
sind, die Entfernung jedes Schrapnell-Sprengpunktes in der Luft
stimmen. Aus der Combination dieser beiden Beobachtungen ergiebt
ein zwar sehr künstliches, indess doch auch systematisches und d
sicher zum Ziele führendes Resultat.

Nichtsdestoweniger würde ein Erfolg immer schwer erreich
bleiben. Der Ballon ist ein vollkommen bewegliches Ziel. Unwillkür
bewegt ihn der Wind und erschwert das Richten nach ihm, und w
kürlich kann ihn der Luftschiffer nach allen Richtungen des Raum
hin bewegen lassen.

Im Jahre 1870 wurde während der Belagerung von Paris a
der Versuch gemacht, freie Ballons herabzuschiessen. Da Gewehrgesch
hierfür nicht ausreichten, construirte damals die Firma Krupp e
Specialwaffe, ein Ballongeschütz[1]), welches nach Art eines Gewehres
leichter und schneller Weise gehandhabt werden konnte (Fig. 53).
bestand aus einem langen Gussstahlrohr von ca. 3,6 cm Kaliber
Rundkeilverschluss, welches auf einem, in einer Säule befindlichen
nach allen Seiten hin drehbaren Schildzapfenlager ruhte. Letzteres
soweit vom Mittelpunkt der Säule entfernt, dass man ungehindert
Elevation von 90° zu nehmen im Stande war. Zur Hantirung be
sich am Verschlussstück ein Gewehrkolben mit einer Abzugsvorrichtu

1) Zwei Exemplare dieser Geschütze sind im Zeughause zu Berlin öffen
ausgestellt. Weitere Nachrichten und Beschreibungen darüber siehe: L'Aéro
1876, pag. 59 und 67. — En Ballon pendant le siège de Paris von G. Tissan
Paris 1871, pag. 203. — Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und G
Wesens, Wien 1873. — Bulletin de la réunion des officiers, 1885.

nze Gestell war in der Mitte eines leichten vierrädrigen Wagens acht, welcher zugleich den Munitionskasten und den Bedienungstrug. Das Geschoss war eine zwei Kaliber lange Granate mit empfindlichen Contactzünder. Zwanzig dieser Geschütze hatte die der oberen Heeresleitung zur Verfügung gestellt. Es wird be-


Fig. 53.



ptet, dass der Ballon „Daguerre" mit Hilfe dieses Geschützes herabchossen sein soll. Dieser Behauptung steht aber die Nachricht enten, wonach es überhaupt nicht zur Verwendung gelangt wäre.[1])

Immerhin hat schon allein die Kunde von dem Vorhandensein derger Maschinen eine solche Panik unter den Luftschiffern von Paris vorgerufen, dass man sich entschloss, von nun an in der Nacht zu ren. Die Nachtfahrten brachten aber auch grosse Uebelstände mit ; man hatte keine Controle, wohin man verschlagen wurde. Wahreinlich haben die zurückgekehrten geflügelten Boten diese Furcht vor

1) S. Freiherr vom Hagen, „Geschichte der militärischen Aëronautik", itschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Bd. II, pag. 20.

den Ballonkanonen zu Nichte gemacht, denn bald stieg die Ballonpost wie gewöhnlich wieder des Mittags auf, man fuhr nur vorsichtiger, in grösserer Höhe.

Es liegt auf der Hand, dass man in Zukunft danach streben wird, zugleich mit dem Treffen das Gas im Ballon zur Entzündung zu bringen. Deshalb darf hier ein Mittel, welches empfohlen worden ist nicht unbeachtet gelassen werden.[1]) Es handelt sich bei diesem um die Eigenschaft des Platinschwammes beim Einströmen von Gas glühend zu werden und solches schliesslich zu entzünden. Kann man an den Zündern der Geschosse eine darauf beruhende Construction anbringen, so wäre damit eine für den Ballon höchst gefährliche Waffe geschaffen.

Anhang.

---

1. Fallschirme.

„Wenn jemand ein Zeltdach aus gesteifter Leinwand von zwölf Ellen Höhe und je zwölf Ellen Seitenlänge besitzt, so wird er sich von jeder beliebigen Höhe, wie gross sie auch sei, ohne Furcht vor Beschädigung herablassen können“, so schrieb Leonardo da Vinci um das Jahr 1514 und zeichnete dazu eine den Gedanken versinnbildlichende Figur an den Rand.[2]) Seine Aufzeichnungen blieben unbeachtet. Dann trat im Jahre 1617 ein Venetianischer Architekt Faust Veranzio mit einem etwas veränderten derartigen Project in die Oeffentlichkeit, indess, es gelang auch diesem nicht eine Anregung zu Versuchen zu schaffen, und es verfiel folglich auch sein Fallschirm, von Gestalt ein durch Stangen gesteiftes viereckiges Segel, der Vergessenheit anheim. Erst Sebastian Lenormand aus Montpellier war es vorbehalten, den Gedanken Leonardo da Vinci's zu verwirklichen. Der Vorschlag des grossen Meisters war ihm zwar nicht bekannt. Ihn hatten vielmehr beim Lesen von Reisebeschreibungen die Berichte über die Leistungen der chinesischen

1) Vergl. Royal United Service Institution 1881, Vortrag des Lieutenant Baden-Powell.

2) S. von Fels zum Meer, „Leonardo da Vinci und die Luftschifffahrt“ von Carus Sterne.

ıkler, welche sich mit aufgespannten Schirmen von hohen Thürmen abgelassen haben sollten, beeinflusst. Es war zur Zeit, in der die te Begeisterung über die Erfindung des Luftballons, die Entfaltung ıes regen Eifers für die Verbesserung desselben noch nachhaltig terstützte, als Lenormand eines Morgens den Versuch machte, mit nem aufgespannten und gegen Umkippen gesicherten Regenschirm sich on seiner Wohnung auf die Strasse herabzulassen.

Der Versuch glückte, wurde in der Stadt bekannt und gab nunnehr Veranlassung zu weiteren Experimenten, aus welchen sich ein kegelförmiger Fallschirm entwickelte. Die damaligen Berufsluftschiffer ıahmen sich bald dieses Mittels an, um durch Herablassen von Thieren rom Ballon aus, die Schaulust des Publikums mehr zu reizen. Am 22. October 1797 unternahm es zum ersten Male ein Mensch, der kühne acques Garnerin in Paris, sich aus einer Höhe von 1000 m mit inem Fallschirm vom Ballon herabzulassen. Sein Fallschirm hatte die estalt einer Kugelcalotte von 7,8 m grösstem Durchmesser. Um das tarke Pendeln beim Falle zu vermindern, befand sich oben in der Mitte ine kleine Oeffnung, durch welche die comprimirte Luft zum Abfluss elangen konnte. Später wurde dieser Versuch auch von verschiedenen nderen wiederholt. Einen Nutzen will Blanchard bei einer Auffahrt u Gent 1785 vom Fallschirm gezogen haben. Sein Ballon platzte dort och oben in der Luft und er behauptete, sich mit diesem Instrument erettet zu haben. Blanchard's Wesen entspricht eine so kühne That icht. Man wird sich entsinnen, dass er zur Sicherheit einen Fallschirm wischen Ballon und Korb angebracht hatte.[1]) Sollte der Reclameheld icht diesen mit dem Ballon fest verbundenen damit gemeint haben? s war wohl möglich den schnellen Fall des Ballons damit aufzuheben.

Dahingegen wird von einem Polen Jordaki Kuparento, welcher n 24. Juli 1804 eine Auffahrt in einer Montgolfiere zu Warschau nternahm, berichtet, dass dieser als sein Gefährt durch Zufall in der uft in Brand gerieth, sich vermittelst eines mitgenommenen Fallhirmes rettete.[2])

So lange man sich des Garnerin'schen Modells in der genügenden rösse als Fallschirm bediente, verlief jegliches Experiment glücklich. e Beobachtung der Natur führte nun den englischen Gelehrten Cayley 16 darauf, dass ein Fallschirm von der Form der Samenkrone der

1) S. Theil I, Fig. 4.

2) S. Astra Castra von Hatton Turnor, London 1865, pag. 160.

Compositen sein müsse. Dieser Gedanke regte einen Amateur der Aëronautik, Cocking, an, solchen Versuch zu wagen. Am 27. Sept. 1836 liess sich derselbe von Vauxhall in London aus vom Luftschiffer Green in die Höhe nehmen und in seinem (einem auf die Spitze gestellten Kegel vergleichbaren) Fallschirm, als er 1200 m hoch war, herabfallen. Der Niedergang erfolgte mit solcher Schnelligkeit, dass der unglückliche Cocking auf dem Erdboden zerschmettert wurde. Spätere Anwendungen dieses Instruments schlossen keine Verbesserung desselben in sich.[1])

2. Drachen.

Auch dieses Jedem bekannte Instrument soll zu nutzbaren Zwecken verwendet werden. Es ist bereits darauf hingewiesen, dass der Drache neuerdings von Professor D. Archibald in London zur Bestimmung von Windstärken in grösseren Höhen benutzt wird, und dass fernerhin seine Verbindung mit dem gefesselten Ballon in Vorschlag gebracht ist, in der Hoffnung, dadurch das Niederdrücken des letzteren in Folge von Windstössen zu beseitigen. Es erübrigt noch, darauf hinzuweisen, dass sich zuerst Euler im Jahre 1756 wissenschaftlich mit der Theorie des Drachens beschäftigt und darüber in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin eine Arbeit veröffentlicht hat. Weiterhin hat in neuerer Zeit der Ingenieur Arnold Samuelson sehr eingehende Experimente mit demselben vorgenommen.[2]) Ein praktischer Versuch, Menschen mit dem Drachen in die Höhe zu nehmen, fand im Jahre 1876 zu Chatam in England durch Jos. Simmon statt. Dieser hatte zwei Drachen von $7^1/_2$', zwei von 15' und einen von 25' Länge aus gefirnisstem Ballonstoff hergestellt; die kleineren sollten dazu dienen die grösseren aufzuheben. Drei Ballons, die miteinander verbunden aufgelassen waren, sollen 17 Mann kaum zu halten im Stande gewesen sein und ausserdem noch einen Knaben mit hochgenommen (?) haben. Der Umstand, dass von einer Fortsetzung und einem anderen Resultat dieser Versuche nichts verlautet, legt es nahe, dieselben als misslungene betrachten zu müssen.[3])

1) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, 1883. Freiherr vom Hagen, „Praxis und Theorie der Fallschirme". — Astra Castra, Experiments and adventures in the atmosphere, by Hatton Turnor, London 1865, pag. 158. — La Navigation aérienne par G. Tissandier, Paris 1886, pag. 26 und 128.

2) S. Civilingenieur, 1880.

3) S. Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Jahrgang 1883.

Verzeichniss der Abbildungen.

Theil I.

			Seite
Figur	1.	Montgolfiere vom 21. November 1783	19
„	2.	Der erste Gasballon von Professor Charles	22
„	3.	Ballon der Akademie zu Dijon	30
„	4.	Blanchard's Ballon	31
„	5.	Montgolfiere der Abbé's Miollan und Janinet	33
„	6.	Gebr. Robert's länglicher Ballon	35
„	7.	Ballon „Le Comte d'Artois" von Alban und Vallet	38
„	8.	Roziere	40
„	9.	Testu-Brissy's Ballon	43
„	10.	Andreani's Montgolfiere	46
„	11.	Orlandi's Project einer Roziere	57
„	12.	Dr. Potain's Ballon	65
„	13.	Ballon mit Hebungs- und Senkungsschirm von Claudius	76
„	14.	Project eines lenkbaren Luftschiffes von Henin	100
„	15.	Project von Blainville	103
„	16.	Project von Petin	104
„	17.	Professor Wellner's Keilballon	105
„	18.	Baron von Dalberg's Project	111
„	19.	Luftfisch des Baron's Scott	111
„	20.	Project des Ingenieurs Partridge	114
„	21.	Dasselbe im Durchschnitt	115
„	22.	Henri Giffard's Luftschiff aus dem Jahre 1852	117
„	23.	Henri Giffard's Luftschiff aus dem Jahre 1855	118
„	24.	Project von David	119
„	25.	Dasselbe im Aufriss	120
„	26.	Modellballon von Rufus Porter	121
„	27.	Luftschiff von Mariott	121
„	28.	Luftschiff von Dupuy de Lome	122
„	29.	Luftschiff von Paul Haenlein	125
„	30.	Luftschiffproject von Paul Haenlein	129
„	31.	Baumgarten's Luftschiff	129
„	32.	Tissandier's Luftschiff	130
„	33.	Bambuskorb mit Motor zu Tissandier's Luftschiff	131
„	34.	Elektrodynamo-Maschine von Tissandier's Luftschiff	132
„	35.	Lenkbares Luftschiff von Renard und Krebs	134
„	36.	Tissandier's Luftschiff nach angebrachten Verbesserungen	139

				Seite
Plan	a. b.	Dritte und vierte Fahrt mit dem lenkbaren Luftschiff von Renard und Krebs		140
Figur	37.	Luftschiff von Wolf		141
„	38.	Luftschiff des Generals Russel Thayer		143
„	39.	Apparat zur Herstellung von Wasserstoff bei den Aërostiers der I. Republik		149
„	40.	Französischer Balloncaptif		168

Theil II.

Figur	1.	Figur zur Ermittelung der Schablone einer Bahn des Kugelballons	Tafel	I
„	2.	Die Aufzeichnung einer Schablone	„	I
„	3.	Zerreissmaschine von Perreau	Seite	20
„	4.	Apparat zur Prüfung der Dichtigkeit des Ballonstoffes von Jobert	Tafel	I
„	5a. 5b. 5c.	Grundriss, Längsschnitt, Querschnitt eines Doppelklappenventils, construirt von Yon	„	I
„	6.	Einfaches Klappenventil mit Druckfedern	Seite	34
„	7.	Ansicht von der Seite des Ballonventils von Lüllemann	„	34
„	7a. 7b.	Ansicht von Unten, Querschnitt des Ballonventils von Lüllemann	„	35
„	8.	Tubenventil von Lefébure	„	36
„	8a.	Tubenventil von Lefébure	„	37
„	9.	Längsschnitt eines Doppelklappenventils mit Manöverklappe von Jobert	„	39
„	9a.	Querschnitt eines Doppelklappenventils mit Manöverklappe von Jobert	„	39
„	9b.	Grundriss eines Doppelklappenventils mit Manöverklappe von Jobert	„	40
„	10.	Ballon mit Ventilröhre von Jobert	„	41
„	10a.	Aufzugsvorrichtung der Ventilröhre	„	41
„	11.	Ballon ohne Ventil von Jobert	„	42
„	12.	Auslösungsapparat von Hauptmann von Brandis	„	43
„	13.	Netzverbindung bei Giffard's grossem Balloncaptif	„	46
„	14.	Lederlappen zur Vermeidung der Reibung der umwickelten Kreuzungspunkte	„	46
„	15.	Zur theoretischen Berechnung des Netzes	Tafel	II
„	16.	Zur praktischen Construction des Netzes	„	„
„	17.	Zur Ermittelung der Netzlänge am Ballon	„	„
„	18.	Construction des Uebergang's der Maschen in die Auslaufleinen	„	„
„	19.	Dasselbe, verkürzter Uebergang	„	„
„	20.	Knebelform und Grösse nach Adrien Duté Poitevin	„	„
„	21. 21a.	Grundriss, Seitliche Ansicht französische Aufhängung des Ballonkorbes	Seite	54
„	22. 22a.	Längsschnitt, Querschnitt des Sivel'schen Reibers	„	59
„	23.	Ansicht von oben und Querschnitt des Reibers von Pénand	„	59
„	24. 24a.	Seitliche Ansicht, Ansicht von oben des Ankersackes von Jobert	„	61
„	25.	Fesselung des Captivballons nach Giffard	Tafel	III
„	26.	Stellung des Ballons bei Wind	„	„
„	27.	Gewöhnliche Fesselung am Tragering bei Wind	„	„
„	28.	Aufhängung und Fesselung von Yon	„	„
„	28a.	Grundriss des Korbes mit Tragering und Darstellung der Befestigung der Haltestricke	„	„

Figur 29.	Aufhängung und Fesselung des französischen Captivballons	Tafel	III
„ 30.	Fesselung mittelst Doppelnetz	„	„
„ 31.	Captivballon von Meierkofer	„	„
„ 32.	Captivballon des Grafen Apraxine	„	„
„ 33.	Captivballon von Hauptmann Gaede	„	„
„ 34.	Godard's Montgolfiere „L'Aigle"	„	„
„ 35.	Die Ringconstruction an Godard's Montgolfiere	„	„
„ 36. } „ 37.	Rozierenprojecte von Graf Apraxine	Seite „	79 80
„ 38.	Schematischer Querschnitt } des Reactionsrades von Paul		
„ 38a.	Schematische Ansicht } Haenlein	Tafel	VI
„ 39. „ 39a. „ 39b.	Rotirender Gasmotor von Paul Haenlein	„	„
„ 40.	Zur Darstellung der Verschiebung der Widerstands- und Kraftcentren	„	„
„ 41.	Tissandier's Gaserzeuger	Seite	116
„ 42.	Gasapparat von Egasse	„	117
„ 43.	Giffard's automatisches Mischgefäss	„	120
„ 44.	Renard's Gasapparat	„	121
„ 44a.	Renard's automatisches Mischgefäss im Querschnitt . . .	„	121
„ 44b. „ 44c. „ 44d.	Der regulirbare Zuflusshahn an Renard's Gasapparat . .	„	122
„ 45.	Feldmässiger Gaserzeuger von Yon	„	124
„ 46.	Längsschnitt } des Wassergasofens von Dwight	„	130
„ 46a.	Grundriss im Querschnitt } und Quaglio	„	131
„ 47.	Auslösungsapparat von Cassé	„	139
„ 48.	Feldmässiger Kabelwagen von Yon	„	172
„ 49.	Photographische Aufnahme vom Ballon	„	176
„ 50.	Zur Darstellung des photographischen Messens	„	181
„ 51.	Lufttreibtorpedo von Rodeck	„	187
„ 52.	Automatischer Höhenregulator von Professor Meissel . .	„	189
„ 53.	Ballongeschütz von Krupp	„	197

Namen- und Sachregister.

A.

Achard, I 70.
Adorn, I 32.
Aeronautical society of Great Britain, I, 87.
Aix, Auffahrt in, I 32.
Alvan, I 38, 98.
Aldershot, Versuche zu, I 179.
Allan, I 170.
Ammoniakgas, II 127.
d'André, I 194.
Andreani, I 45.
Andreoli, I 50.
Andrews, Dr., I 105.
Angerstein, Dr. W., I 92.
Anker, II 55.
Ankeregge, II 60.
Ankersack, II 61.
Annonay, Auffahrt in, I 15.
Apparate zum Landen, II 55.
Appendix, II 16.
Apraxine, Graf, I 110; II 75, 128.
Apraxine's Captivballon, II 67.
Archimedes, Princip des, II 2.
Archibald, Prof. E. Douglas, II 91, 201.
Archytas, I 3.
Argand, I 60.
Arlandes, Marquis d', I 21.
Arnould, I 167.
Artilleriegrund, Auffahrt vom, I 59, 61.
d'Artois, I 160.
Auftrieb, II 2.
Ausflussgeschwindigkeit, II 33.
Ausstellung zu London 1868, I 88

B.

Baden-Powell, I 108; II 74.
Baldwin, I 67.
Ballastsäcke, II 62.
Ballon als Waffe, der, II 183.
Balloncaptivs, II 63.
Ballon-Detachement in Berlin, I 191.
Ballon-Detachement in Polkowo, I 196.
Ballon-Equipage, englische, I 186.
Ballon-Equipage von Yon, I 197.
Ballon-Kanone, II 196.
Ballonmaterial, englisches, I 184.
Balloon or Aerostatic Magazine, I 85.
Ballon-Photographie, II 178.
Ballon-Signalwesen, I 155; 196, II 182.
Ballonstoff, der, II 20, 30.
Ballon-Telegraphen, I 155, 196; II 182.
Ballon-Zubehör, II 55.
Ballontypen, Anforderungen an die, II 7.
Ballonet-Construction, II 152.
Barral, I 86.
Baumgarten, I 92, 128, 145; II 68, 75.
Beaufils, II 74.
Becher, I 8.
Bell, I 116.
Benzenberg, I 41.
Berlin, Aufstieg in, I 70, 75, 77, 82.
Berlin, Versuche in, I 191.
Bertaux, I 161; II 27, 29.
Beschuana-Land, Ballons in, I 183.
Beurtheilung der Kriegsballons, II 168.
Birmingham, Auffahrt in, I 62.
Bittorf, I 84.
Bixio, I 86.
Blainville, I 102; II 74.

l, I 31, 37, 61, 63, 67, 75, 80, II 200.
, Madame, I 86.
7.
Auffahrt in, I 49, 56.
, I 83, 159.
Dr., I 45.
Auffahrt in, I 86; II 190.
Prof., I 75.
108.
: 101, 180; II 75.
., II 43, 139.
eig, Aufstieg in, I 71.
I 32.
uffahrt in, I 71.
[56, 84.
ic. II 183.
allonpark in, I 156.
de, I 140.
, Major, I 191; II 108.
175.
184.
lt, Ballons in, I 158.

C.

lons, I 90, 91; II 63.
159.
bbé, I 37.
138.
: 12.
ı, I 12.
arschall, I 176.
eorge, I 103; II 74, 200.
I 33.
General, I 146.
General, I 164; II 175.
Prof., I 16; II 27, 32, 112, 114.
Transport nach, I 151.
nburg, Auffart in, I 129.
Herzog von, I 36.
, Auffahrt in, I 129.
Auffahrt in, I 67.
I 3.
I 77; II 75.
Ballon von, I 158.
I 85; II 200.
I 80.
ullin, I 39.
Dr., I 179.
elagerung von, I 146.
147; II 27.
90.
de Massy I 32, 38.
I 147.
I 85, 179, 189.
inelli, I 91; II 70.
I 65.
I 3.

D.

Dalberg, Baron von, I 111.
Dampierre, I 46.
Darbelles, I 33.
Dartois, Camille, I 90.
David, I 119.
Debayeux, II 106.
Degabriel, I 74.
Deghen, I 76.
Delamarne, I 88.
Delambre, Capitän, I 165, 167; II 27.
Delaunay I 147.
Delnynes, I 38.
Derogy, II 178.
Desgranges, I 33.
Desmarets, II 178.
Diffusion, II 6.
Dijon, Academie zu, I 29, 98.
Donaldson, I 85, 91.
Doppelklappen-Ventil, II 33.
Drachen, II 201.
Dragon, II 161, 178, 192.
Dublin, Auffahrt in, I 65, 67.
Dupuis-Delcourt, I 86, 107; II 21, 29.
Dupuy de Lome, I 122; II 29, 55, 95, 103, 106, 108, 115.
Duruof, I 161.

E.

Eastmann-Walker, II 182.
École d'aéronautes française, I 88.
Edinburg, Auffahrt in, I 60.
Egasse, II 117, 119.
Egypten, Ballons in, I 159.
Elastisches Ankerthau, II 57.
Elsdale, Major, I 180, 183; II 180.
Enslin, I 74.
Epinard, Chevalier de l', I 67.
Erfurt, Auffahrt in, I 86.

F.

Fahren, das, II 141.
Fallschirme, II 199.
Farcot, I 164.
Faujas de St. Fond, I 16.
Faulstich, I 102.
Ferreira, Francisco Seiton, I 10.
Ferry, Jules, I 94.
Firniss, II 24, 29.
Firnissen, II 31.
Fischer-Treuenfels, von, I 178.
Flammarion, I 91; II 143.
Flechtwerk, II 53.
Fleurand, I 32.
Fleurus, Schlacht bei, I 152.
Flotille Aérienne, I 107.
Flugtechnik, Gruppe für, in Wien, I 93.

Fonvielle, Wilfried de, I 91, 160; II 183, 191.
Frankenthal, Ballons in, I 158.
Franklin, I 79.
Französischer Captivballon, II 66.

G.

Gaede's Captivballons, II 68.
Galien, Joseph, I 12.
Gambetta, I 164, 166, 191; II 192.
Gardner, I 182.
Garnerin, I 68, 75, 83; II 200.
Gasballon-Füllung, II 134.
Gaserzeuger, I 149, 181, 185; II 110.
Gase und Gasbereitung, II 110.
Gay-Lussac, I 84; II 5, 143,
Géant, Le, I 87.
Gefesselte Ballons, II 63.
Génet, I 113.
Gerlach, II 105.
Gerli, I 45.
Gewichtsverhältnisse b. Ballons, II 11, 30.
Giffard, Henri, I 89, 116, 118, II 31, 38, 46, 49, 58, 68, 97, 106, 111, 115, 119, 132, 178.
Gilles, I 164.
Giornale Aërostatico, I 47.
Girond, de Vilette, I 21,
Glaisher, I 87; II 143.
Glascow, Auffahrt in I 68.
Godard I 86, 90, 92, 159, 198, II 70, 142, 183, 193.
Goldschlägerhaut, II 21.
Gondel, die, II 53.
Gower, II 44, 189.
Graham, I 85.
Grassetti, I 50.
Green, I 84; II 28, 92, 124, 200.
Grice, Miss, I 65.
m'Guire, I 66.
Guillié, I 103.
Gummilack, II 28.
Gusmann, Barth. Lowrenzo de, I 9.
Guttapercha, II 29.
Guyton de Morveau, I 146.

H.

Hackmillner, Daniel, I 73.
Haenlein, I 120, 124, 135; II 40, 99.
Hamburg, Auffahrt in, I 75, 82.
Harper, I 62.
Harris, I 85; II 43.
Haye, de la Capitän. I 165, 168; II 60.
Hayne, II 83.
Hecke, Dr. van, I 100, 107; II 75.
Helle, I 1, 100; II 76.
Helmholtz, Prof. von, II 83.
Henin, I 99.
Hervé Mangon, I 134, 139; II 156.
Hieropolis, Orakel zu, I 2.
Hiller, Johann, I 73.
Hock's Petroleum-Motor, II 102.
Hopkin, I 79.
Humaitá, Kämpfe um, I 176.
Hureau de Ville neuve, I 167; II 21, 70.
Hyperboräer, I 2.

I.

Instrumente, II 62.
Italien, die Fntwicklung der Luftschifffahrt in, I 45.
Italienische Militär-Aëronautik, I 199.

J.

Janinet, Abbé, I 33, 98.
Janssen, II 70.
Javel, Auffahrt in, I 38.
Jeffries, Dr., I 62.
Jeserich, Dr., II 113, 125.
Jobert, I 109; II 39, 41, 42, 59, 74.
Joesten, I 189.
Joulie, I 108; II 74.
Jullien, I 116.
Jungius, Prof., I 75, 84.

K.

Kabel, II 68.
Kai Kaoos, I 3.
Kaiserslautern, Nachtgefecht bei, II 182.
Kapnobaten, I 2.
Kautschuk, II 27.
Kautschuk-Dichtung, II 38.
Kiew, Auffahrt in, I 85.
Kirsch, 86, 92; II 8.
Klappen-Ventil, II 34.
Kölz, I 75.
Kopenhagen, Aufstieg in. I 80.
Korb, der, II 53.
Kosztowits, Capitän, I 195, 198; II 107.
Kraskowits, I 84.
Krebs, Capitän, I 91, 134.
Kuparento, Jordaki, II 200.

L.

Labadie, II 44.
Labrousse, Admiral, I 101.
L'Aéronaute, I 87.
Lamanon, I 45.
La Mountain, I 91, 170; II 52.
Lana, Francisco, I 4.
Landen, das, II 155.

I 157.
, I 93.
ιuretus, I 4.
Oberst, I 165; II 141.
I 147.
än, I 180.
II 36.
I 84.
8.
uffahrt in, I 128.
Luftschiffe, I 95.
l, II 199.
raf, I 113.
193.
II 124.
I 190.
ahrt in, I 83.
neral, I 195, 198.
I 9.
uffahrt in, I 60, 62, 65, 68.
37.
f., I 170.
, II 34.
-Construction, II 152.
47, 60, 98.
g, Auffahrt im Garten von,

'ahrt in, I 27, 32.

M.

n, I 170; II 169.
I 183.
: 84.
r., 189.
ιuffahrt in, I 45, 56.
lons vor, I 157.
, Marquis de, I 41.
ɔnio, I 56.
163.
Auffahrt in, I 84.
i, I 57.
2.
121.
Gesetz, II 6.
nge, II 22, 74.
ne, Aufstieg in, I 68.
nd Personal, II 171.
'5.
r, Capitän, I 175.
, II 23, 67.
:of., I 109, II 74, 128, 189.
'etz, II 52.
88, 147, 153, 164.
General, I 107, 112, 146; II

[75.
76.
Mieck, I 189.
Militärische Verwendung gefesselter und freier Ballons, die, II 176.
Militärische Wichtigkeit der Aëronautik, die, II 159.
Milly, Graf, I 99, 110.
Miollan, Abbé, I 33, 98.
Mittel zur freien Bewegung von Ballons in der Verticalen, II 72.
Molsheim, Ballonpark in, I 158.
Money, Major, I 67.
Monge, I 98.
Montgolfier, I 13, 34, 42, 82, 99, 107; II 75.
Montgolfieren, II 69.
Montgolfieren-Füllung, II 139.
Montgolfieren im Kriege, II 173.
Morveau, Guyton de, I 29.
Mosment, I 83.
Mouchet, I 32.
Moulsey-Hurst, Auffahrt in, I 66.
Mylenstädt, Prof., I 80.

N.

Nachtheile der Kriegsballons, II 165.
Nadal, I 163.
Nadar, I 87; II 178.
Nähen, II 23.
Nähte, II 107.
Nantes, Auffahrt in, I 32.
Nappion, I 45.
Neapel, Auffahrt in, I 56.
Nedoc, I 160.
Nephele, I 1.
Nepomuc von Laicharding, I 47, 75; II 75.
Netz, das, II 45.
Nord-Amerika, Auffahrten in, I 79.

O.

Ofenheim, I 124.
Olivari, I 83.
Opitz, I 92, 101, 191.
Orakel zu Hieropolis, I 2.
Orlandi, Francesco, I 57, 99.
Orleans, Auffahrt in, I 83.
Oxford, Aufstieg in, I 62.

P.

Padua, Auffahrt in, I 56.
Paris, Auffahrt in, I 6, 18, 20, 31, 33, 36, 76.
Partidge, I 114; II 74.
Pauly, I 112.
Pecaro Giraldi, Graf Alexandra, I 199.
Pech, I 31.

Pelasgische Frauen, I 1.
Pénaud, II 59.
Percale, II 21.
Perreau's Zerreiss-Maschine, II 20.
Petersburg, Auffahrt in, I 83.
Petersburg, Verein für Luftschifffahrt in, I 9 .
Petin, I 04.
Philadelphia, Auffahrt in, I 79.
Phrixos, I 1.
Pierre, I 74.
Pilatre de Rozier, I 20, 40, 47, 56.
Poirrier, I 1(3.
Poitevin, I 86.
Poitevin, Adrien Duté, I 138, II 30, 32, 37, 48, 51, 53, 60, 102, 142, 173.
Polkowo, Versuche in, 197.
Polli, I 113.
Porter, Fitz, John, General, I 173; II 171.
Porter, Rufus, I 120.
Potain, Dr. I 65, 98.
Powell, I 182. s. a. Baden-Powell.
Prechtl, I 09.
Priestley, I 15.
Propeller, II 108.
Proust I 33.

Q.

Quatrat-Netz, II 51.
Quirinius, I 101.

R.

Rampont, General-Postdirector, I 160.
Ranbaud, I 32.
Reactionsrad, II 100.
Rebenstein, I 104.
Regnault, II 2, 6.
Reiber, II 58.
Reichard, I 84.
Renard, Capitän, I 91, 134, 165, 167, 197; II 27, 32, 60, 66, 83, 102, 106, 108, 119, 141, 146, 151,
Revilliod, I 163.
Richmond, Ballons vor, I 174.
Rittenhaussen, I 79.
Ritschell, Prof., I 128.
Robert, I 16, 35, 39.
Robertson, Prof., I 75, 80, 83.
Rodeck, I 93; II 42, 186.
Rodez, Auffahrt in, I 37.
Rom, Auffahrt in, I 56,
Romain, I 41.
Rotirender Gasmotor, II 100.
Rouen, Auffahrt in, I 32, II 178.
Rozier, Pilâtre de, I 20, 33, 40, 47, 56; II 75.
Roziere, I 40, 48, 57; II 79, 80
Rush, I 85.
Russel Thayer, I 176; II 190.
Russischer Captivballon, II 66.
Russische Militär-Aëronautik, I 193.

S.

Sadler, I 62, 66, 84.
Samuelson, II 93, 201.
Sandwich, Aufstieg in, I 60.
San Juan de Ulloa, Fort, II 184.
Saussure, I 27, 34.
Scaliger, Cäsar, I 4.
Schilling, II 125.
Schleicher, I 154.
Schlepptau, II 55.
Scott, Baron, I 111; II 74.
Securius, I 92.
Seide, II 21.
Selle-Beauchamp, Baron de, I 149.
Shadolt, Cecil V., II 179.
Sheldon, Prof., I 62.
Shepherd, I 179.
Shoest, I 83.
Siegsfeld, von, II, 179, 181.
Silberer, Victor, I 93, 200; II 179.
Simmon, Jos., II 201.
Sivel, I 91, 92; II 58, 61.
Schmalz, I 73.
Smith, II 145.
Snowden, I 63.
Société Aérostatique et Météorologique de Françe, I 88.
Société française de la navigation aérienne, I 88,
Solferino, Ballons bei, I 159; II 178.
Spiering, I 93.
Steenackers, I 162.
Steiner, Prof. I 71, 175.
Strassburg, Aufstieg in, I 32, 74.
Strassburg, Ballondetachement vor I 180.
Strategische und gouvernementale Verwendung zu Post- u. polit. Zwecken, II 192.
Sturm, I 9.
Stuwer, I 70.
Sudan, Ballons in, I 183.
Suspension croisée, II 54.

T.

Talbot, II 145
Taube des Archidas, I 4.
Templer, Major, I 180, 187; II 180.
Testu Brissy, I 43, 98.
Thaul, Prof., I 71.
Thayer, Russel, General, I 143, 176; II 190.
Thible, Msr., I 32.

5.
[74.
[91, 114, 129, 161; II 44,
141, 179, 190, 193.
ler, II 52.
9.
n, II 179. 191.
e, II 37.
ihrt in, I 45; Captivballon
,

U.

[185.
ruction lenkbarer Aërostaten,

t dem Ballon, 133.

V.

3, 98.
ardanne, II 74.
uffahrt in, I 57. Bomben-
I 185.
II 31.
II 38.
I 38.
eutscher, zur Förderung der
Fahrt, I 93.
g der Kriegsballons. Ueber
95
lmiral, I 65.
I 58.
Auffahrt in, I 33.
, II 91, 148.
nardo da, II 199.

Virly, I 30.
Vorgeschichte, I 1.
Vortheile der Kriegsballons, II 161.
Vozduhoplavatel, I 91.

W.

Wassergas, II 128.
Wassergasofen, II 130.
Wasserstoffgas, II 100.
Wellner, Prof., I 106.
Welsh, I 85.
Wien, Aufstieg in, I 75.
Wilcok, I 79.
Windham, I 66.
Wise, I 85, 91; II 25, 184.
Wölfert, Dr., I 92, 129.
Wolf, I 141.
Woolwich, Versuch zu, I 101, 180.
Würzburg, Schlacht bei, I 159.

Y.

Yon, I 90, 160; II 66, 85, 92, 95, 98, 104, 119, 123, 166.
Yorktown, Belagerung von, I 173.

Z.

Zachariae, Prof., I 102, 112; II 74.
Zambeccari, Graf, I 47, 59, 99; II 75.
Zeise, II 58, 74.
Zeune, I 76.
Zerreissmaschine, Perreau'sche, II 20.
Ziem, II 74, 128
Zimmermann Prof., I 71.
Zuschneiden und Nähen, II 23.

Druckfehler und Berichti

Erster Theil.

Seite:	Zeile:	anstatt:	
9	21	1769	
32	30	Constard.	
75	36	Treblin	
85	26	entgegenkommen	
91	6	de Fouvielle	
108	25	Pawell	
110	28	endliches Gelingen — noch	endl s
124	30	von Oppenheimer	
126	23	1000 kg	
128	16	und — in	
128	31	die den Ballon tragenden Seile gingen durch diesen durch	die ginge
191	37	Letzterer erhielt	
195	15	Ihre	
199	22	den	
200	11	militarischen	

1) Seite 116 statt „Graf Jullien" nur „Jullien".

2) Das aëronautische Etablissement zu Wien ist

Zweiter Theil.

Seite:	Zeile:	anstatt:	
2	23	Dichte der Luft	Gev
2	24	Dichte des Füllungsgases	Gew
11		$p = V d \frac{h'}{h} - V d \frac{h'}{h} \left\{ \frac{1 - 55\left(1 - \frac{h'}{h}\right)}{273} \right\}$	$p \quad V d'$
42	Ueberschrift.	5. Das Netz.	
17	17	Gasaustritts mit c	
33		$c = \sqrt{2g \frac{p - p'}{d'}}$	
49	6	$f. \sin MCE = \sin \alpha \frac{EC}{r}$	folglic
69	Ueberschrift.	Montgofieren	
104	Anm. 2	benützte	
106	Anm. 1	aériune	
112	32	Probe	
113	5	reichste	
113	30	den folgenden	
118	Anm. 1	1982	
126	10	leichten	
R	16	gesetzt der	
	1	dass das erste Volumenwasser	da
	34	ermesslichen	

Fig. 5b

Schnitt AB

B

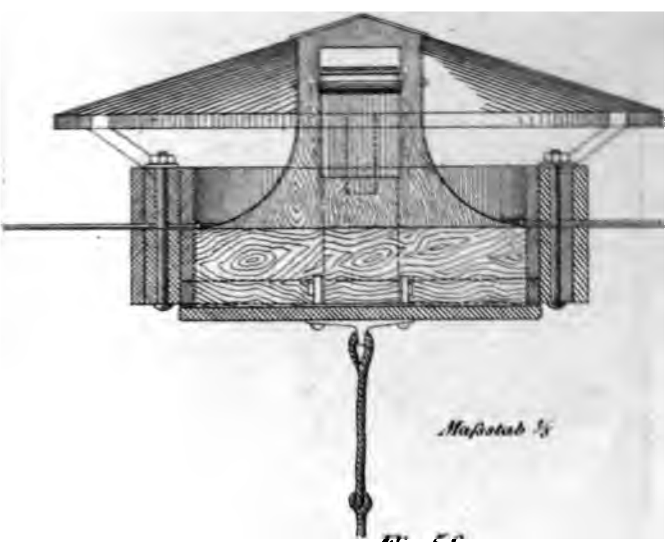
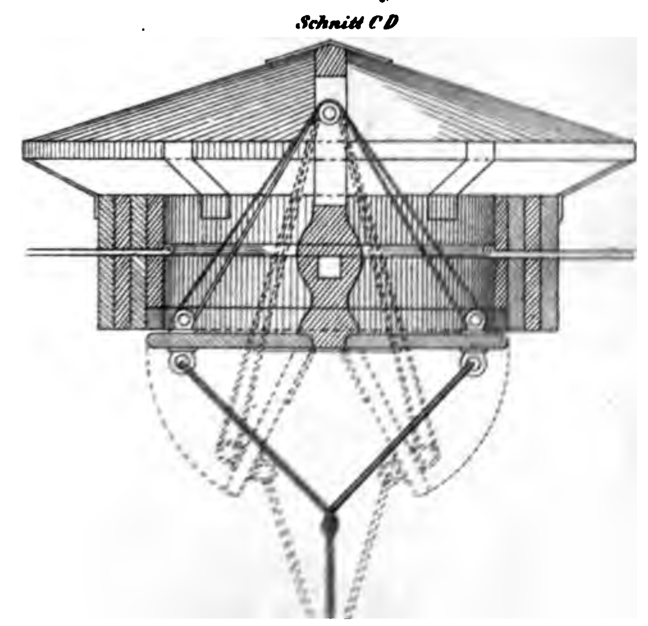


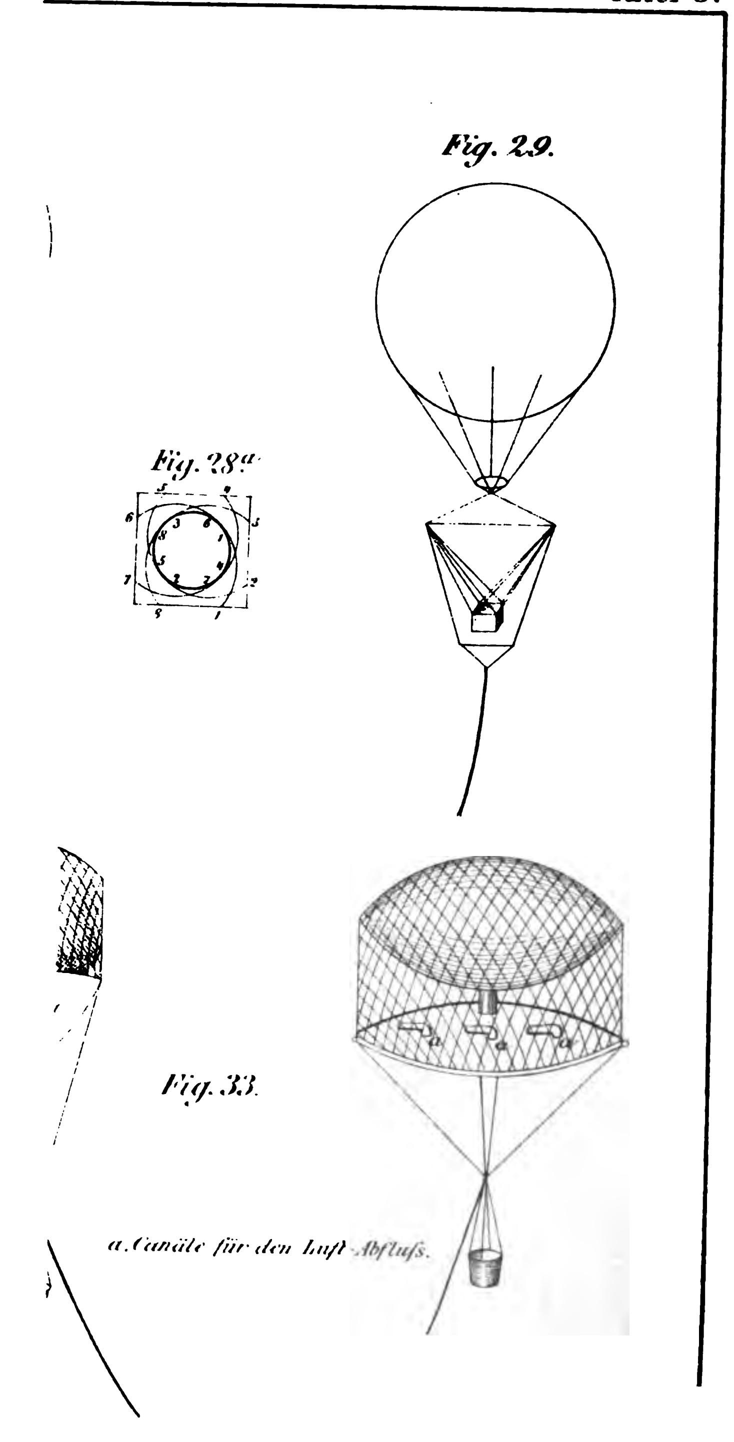
Fig. 5c

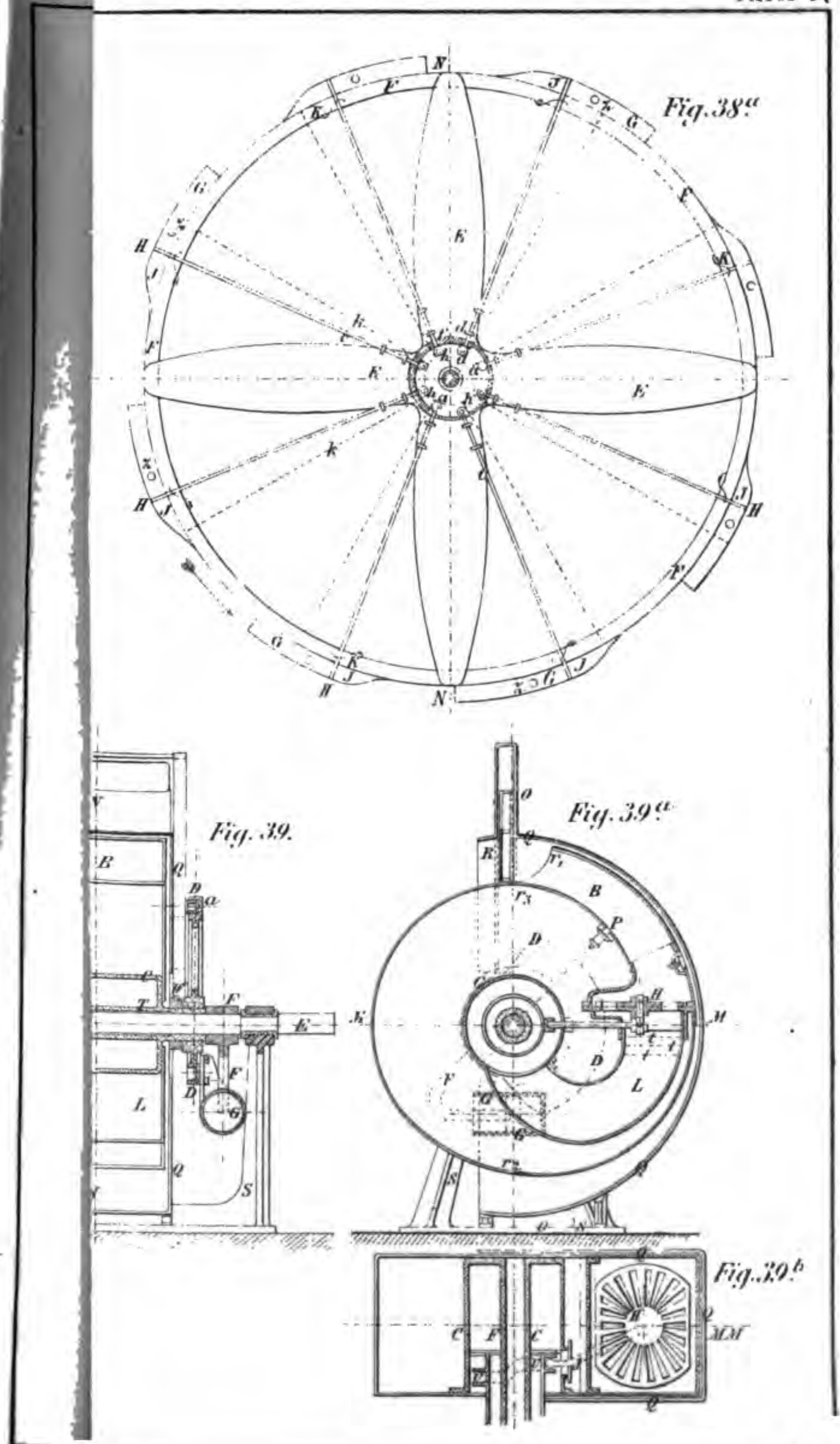
Schnitt CD








Fig. 29.
Fig. 28a.
Fig. 33.
a. Canäle für den Luft-Abfluss.


Fig. 38a
Fig. 39.
Fig. 39a
Fig. 39b





